

EXACTA m e n t e

La revista de divulgación científica

AÑO 10 · Nº 31 · \$ 4 · DICIEMBRE DE 2004

Entrevista

Ennio Candotti
Diego Golombek

Actualidad

**¿Conviene fabricar
vacunas en el país?**

Universo

La ciencia y los E.T.

Panorama

Sí a la clonación terapéutica

Ecología

La invasión animal

Tecnología

Nuevo satélite argentino

10 años

ISSN 1514-920X



**FACULTAD de
CIENCIAS EXACTAS
y NATURALES**

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS ■
OCEANOGRAFIA ■
GEOLOGIA ■
CS. DE LA ATMOSFERA ■
PALEONTOLOGIA ■

BIOLOGIA ■
COMPUTACION ■
QUIMICA ■
FISICA ■
MATEMATICA ■

Ciudad Universitaria
Pab. II, C1428EHA,
Capital Federal

Departamento de Alumnos: 4576-3339

Dirección de Orientación Vocacional: 4576-3337

<http://www.fcen.uba.ar>

Editorial



Momento de decisión

Con este número, EXACTAMENTE cumple diez años. En todo este tiempo, la revista creció (no sólo simbólicamente, sino incluso en tamaño: de 26 páginas, llegó a 78) y fue adquiriendo sus secciones actuales, a través de un proceso de prueba y error cuyos resultados nos parecen muy satisfactorios. Pero más interesante que seguir la evolución de la revista puede ser describir brevemente el contexto político y socioeconómico de diciembre de 1994 en comparación con el actual. En diciembre de 1994, reformada la Constitución Nacional, el Presidente Carlos Menem se aprestaba ya a la reelección que lo convertiría en el presidente constitucional que durante más tiempo ejerció el gobierno –con excepción de Roca–; la convertibilidad parecía indestructible, y sus críticos un conjunto de resentidos que amenazaban con futuras catástrofes inexistentes; la Universidad era uno de los escasos enclaves opositores (el proyecto de arancelar los estudios había fracasado reiteradamente, constituyéndose en casi el único ejemplo de reforma neoliberal que no pudo ser implementado); y pocos se preocupaban por la sistemática destrucción de la mayor parte de la industria nacional, cuyo correlato simbólico fue la destrucción, a través de la Ley Federal de Educación, de la enseñanza técnica.

En esos años era difícil plantear algo distinto al proyecto neoliberal en curso, probablemente porque la oposición a dicho proyecto se basaba más en la denuncia de sus consecuencias (denuncia muy certera, por otra parte) que en un proyecto concreto diferente. Y la experiencia indica que la denuncia sola no alcanza, hay que proponer una alternativa; de lo contrario, el que tiene una propuesta, por peor que ésta sea, hace girar la discusión alrededor de ella.

Hoy el panorama se presenta distinto. En medio de una crisis sin precedentes en los últimos setenta años, que parece estar siendo remontada sin que hasta el momento haya disminuido la exclusión social, los temas de fondo, olvidados durante la década de los 90, vuelven a figurar en la agenda: proyecto nacional viable, reestructuración de la deuda externa, grandes planes de obras... Y todo esto tiene como correlato un optimismo que, de no ser bien aprovechado, se transformará una vez más en la abulia y desilusión que, entre otras cosas, provocaron una grave emigración de profesionales, intelectuales y científicos, emigración que da a nuestro país el triste honor de ser uno de los que están a la cabeza a nivel mundial en la llamada fuga de cerebros y que provoca un daño de tal magnitud a la Argentina que escapa a la comprensión de la mayoría de nuestros compatriotas.

Dr. Pablo Jacovkis
Decano de la Facultad de
Ciencias Exactas y Naturales

Consejo Editorial

Presidente

Pablo Jacovkis

Vocales

Manuel Sadosky
Gregorio Klimovsky
Eduardo F. Recondo
Alberto Kornblihtt
Juan M. Castagnino
Celia Dibar
Ernesto Calvo

Staff

Directores

Ricardo Cabrera
Guillermo Durán

Editor

Armando Doria

Jefe de redacción

Susana Gallardo

Redactores

Cecilia Draghi
Verónica Engler

Diseño Gráfico

Santiago Erasquin

Fotografía

Juan Pablo Vittori
Paula Bassi

Corrección

Rubén Pose

Colaboradores permanentes

Pablo Coll
Guillermo Mattei
Daniel Paz
Gustavo Piñeiro
Simón Tagtchian

Colaboran en este número

Daniel Arias
Carla Baredes
Ileana Loterztain
Leonardo Moledo
Mariano Sigman
Adriana Vescovo

Impresión

Centro de Copiado "La Copia" S.R.L.
EXACTAMENTE es propiedad de
la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
de la UBA. ISSN 1514-920X
Registro de propiedad intelectual: 28199

Universidad de Buenos Aires. Facultad de
Ciencias Exactas y Naturales.
Secretaría de Extensión, Graduados y
Bienestar Estudiantil.
Ciudad Universitaria, Pabellón II,
C1428 EHA Capital Federal
Tel.: 4576-3300 al 09, int. 464,
4576-3337, fax: 4576-3351.
E-mail: revista@de.fcen.uba.ar
Página web de la FCEyN:
<http://www.fcen.uba.ar>

Los artículos firmados son de exclusiva
responsabilidad de sus autores. Se
permite su reproducción total o parcial
siempre que se cite la fuente.

Sumario

ENTREVISTA

8

Ennio Candotti



*El presidente de la
Sociedad Brasileña para el
Progreso de la Ciencia
habló de la necesidad de
invertir en ciencia como
estrategia de crecimiento y
lograr un diálogo más
fluido con los políticos.*

SOCIEDAD

14

Vacunas argentinas



*La producción pública de
vacunas es un tema clave
para el sostenimiento del
sistema sanitario. ¿Es viable
en la Argentina?*

TECNOLOGIA

18

Satélite SAC-D



*El año próximo comenzará la
construcción en el país del
satélite que permitirá medir
por primera vez la salinidad
de los mares.*

SOCIEDAD

22

Las mujeres en la ciencia



*Ellas no dejan de ganar
presencia en el ámbito
científico, pero las estructuras
de poder todavía son más
accesibles a los hombres.*

HISTORIA

26

Proyecto Huemul



*En 1951, el gobierno de Perón
fue protagonista de un episodio
imposible y caricaturesco: la
creación de un reactor nuclear
de fusión en frío.*

30

ENTREVISTA

Diego Golombek



*Todo un personaje.
Golombek es un
investigador hiperactivo
especializado en relojes
biológicos que puso la
divulgación científica en el
mismo plano que el resto de
su carrera.*

OPINION

36

Divulgación científica



*El físico y
periodista
Mariano Sigman
le sigue los pasos a
Isaac Asimov para
pensar sobre la
divulgación.*

ACTUALIDAD

39

Premios Nobel 2004

*En esta entrega, los
premios de la Academia
Sueca de Ciencias fueron
para los quarks, los
receptores de olfato y la
eliminación de proteínas.*

DIVERTIMENTOS

42

Tangos con ciencia



*Leonardo Moledo le pone
nuevas letras a viejos tangos.*

45 VARIEDADES

46 CONCEPTOS

Rastros de vida en la galaxia

¿Es posible que la versión terrícola de civilización sea la única de la Vía Láctea y tal vez del universo?



50 RECURSOS

Tecnología petrolera

Un generador que obtiene electricidad a partir de las vibraciones de los trépanos que horadan la tierra generará un ahorro de 50 millones de dólares por año.



54 FISICA

El señor del péndulo



En 1851, León Foucault demostró la rotación de la Tierra mediante un péndulo. Hoy, un péndulo similar cuelga del techo de la Facultad.

57 PERSONAJES

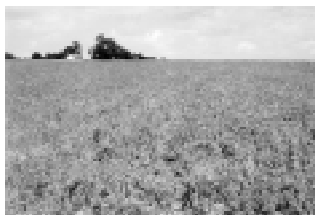
Sergio Sancho



Es estudiante de computación y acaba de ganar el premio Google de programación, lo que significa 10 mil dólares y un futuro promisorio.

60 TRANSFERENCIA

Nuevas plantas transgénicas



Las plantas modificadas genéticamente ofrecen una excelente alternativa como usina de productos farmacéuticos.

64 PANORAMA

Sí a la clonación

En la Argentina, el Comité de Ética que depende de la SeCyT recomendó autorizar la clonación con fines terapéuticos.



68 EDITORIALES

Ciencia para chicos

Cuentan su experiencia Carla Baredes e Ileana Lotertzain, fundadoras de ediciones iamiqué.

70 ECOLOGIA

Invasión animal

Muchas son las especies llegadas como polizones desde hábitats ajenos y que hoy alteran ecosistemas regionales.

74 BIBLIOTECA

76 MICROSCOPIO

78 JUEGOS

Quiénes somos, exactamente



El equipo editorial de EXACTamente posando en las escalinatas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Arriba: Santiago Erausquin, Cecilia Draghi, Juan Pablo Vittori, Guillermo Mattei y Armando Doria. Abajo: Paula Bassi, Susana Gallardo y Ricardo Cabrera.

EXACTAmente vs. el chupacabra

Hace poco más de un mes, un canal de aire dedicó buena parte de su noticiero central –y durante más de un día– a la primicia de que estaría identificado el chupacabra, aquel misterioso ser que parece dedicarse a cercenar meticulosamente los cuerpos de bovinos de todo el mundo (¿por qué no lo habrán llamado chupavaca?). En un extenso informe, una señora presentaba un supuesto ser embalsamado de lejanas características humanoides y que, aseguraba, ¡era un bebé extraterrestre! Para analizar la situación, el noticiero convocó a un grupo de señores que fueron presentados como especialistas. Entre ellos, por supuesto, Fabio Zerpa. El informe se extendió por tres o cuatro días y en cada emisión cerraba con alguna pregunta para dejar al televidente en ascuas, con pertinente sentido de *show business*. En la última emisión de la saga, le dieron cámara a un zoólogo (de verdad) al que le pidieron su opinión. A simple vista y sin mucho análisis, consideró al ejemplar como una especie de pez marino no clasificada y seguramente pariente de la raya. No obstante, después de esos treinta segundos de inusual racionalidad para un canal de aire, el bebé-chupacabra-extraterrestre, al que denominaban sugerentemente “la criatura”, continuó como protagonista acompañado con la música de la serie “Los expedientes X”.

El oscurantismo no se marchó con la Edad Media y nada parece indicar un próximo repliegue. Desde EXACTAmente trabajamos todos los días, desde diciembre de 1994, para ganar más espacio y palabra dentro de un sistema complejo donde tenemos que poner a competir a la nanotecnología o la fabricación local de vacunas (por nombrar dos temas entre miles) con el chupacabra.

El lector se preguntará al respecto: “¿Acaso ustedes compiten informati-

vamente con los canales de aire?” Y quizás diga más tarde: “¡Pero ustedes qué se creen, que son El gran diario argentino!”. No, para nada. Nosotros sabemos de nuestras limitaciones: sólo contamos con recursos para imprimir y distribuir cinco mil ejemplares tres veces al año; las demás obligaciones que tenemos en la Facultad quienes hacemos la revista nos generan retrasos en la edición; la mayoría de los colaboradores escriben gratis; a la mayor parte de los posibles anunciantes no les parecemos interesantes. Digámoslo de una vez: EXACTAmente no es una revista viable comercialmente. Pero hay algo más: no es –por lo menos hasta ahora– un objetivo de la revista.

Entonces, ¿en qué se sostiene nuestra supuesta competencia? La clave la encontramos en uno de los blancos de distribución de la revista: EXACTAmente llega en forma gratuita a más de 1.300 colegios secundarios, tanto públicos como privados, de Buenos Aires y del Conurbano. No podemos salir a empapelar la ciudad con afiches que llamen a la gente a consumir la revista, pero en cambio podemos compartir nuestra experiencia con los docentes secundarios y por su intermedio contarles a los chicos y sus familias qué cosa es la ciencia argentina, a quién puede beneficiar que el estado la financie seriamente, porque es el motor del desarrollo de una nación.

Si conseguimos aliados en el sistema educativo, la pelea con el chupacabra podrá ser más fácil. Por el momento –por supuesto– vamos perdiendo. Pero, mientras tanto, seguimos trabajando con la convicción de que un día de estos el nieto de la señora dueña de “la criatura” embalsamada le dirá a su abuela que, aunque la realidad luzca muy extraña, puede tener una explicación racional.

Cuerpo editorial EXACTAmente



**Feliz aniversario EXACTAMENTE
UNA DÉCADA CON LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA**

Independencia 1668 / 4382-4043 int. 104
www.ariel.es / www.ed-critica.es
elopresti@eplaneta.com.ar

Ariel Crítica
 Grupo  **Planeta**

Ennio Candotti

“Los científicos deben escribir su propio guión”

por Verónica Engler y
Susana Gallardo

vengler@bl.fcen.uba.ar
sgallardo@bl.fcen.uba.ar

Fotos: Juan Pablo Vittori

Ennio Candotti, presidente de la Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia, participó del encuentro Ciencia, Tecnología y Sociedad, que reunió en Buenos Aires a más de trescientos científicos de ambos países y permitió gestar proyectos de cooperación mutua. En diálogo con EXACTAMENTE, Candotti se refirió a la inversión en ciencia como estrategia de crecimiento, y a la importancia de aumentar el número de científicos y de que estos logren una comunicación más fluida con los políticos. También habló del cortoplacismo suicida que impera muchas veces en la ejecución de políticas públicas, de la estupidez humana y de la necesidad de escribir una nueva Historia.



-¿Cómo ve la ciencia argentina?

-La Argentina tiene problemas institucionales muy similares a los de Brasil, por eso, juntos podríamos crear masa crítica en muchas áreas. Se podría así obtener mayor competitividad. Esta es la hipótesis central de este encuentro. Es una alianza para que logremos mayor velocidad en alcanzar los objetivos que perseguimos.

-¿En qué áreas considera que se deben centrar los esfuerzos?

-Tanto en la biotecnología, como la energía, la física y la nanotecnología. En algunas áreas Brasil está mejor, en otras, lo está la Argentina. Es pequeña la diferencia. Por ejemplo, en el área de la nanotecnología, parecería que Brasil está mejor. Pero en términos internacionales, los dos estamos en cero.

-¿Cómo percibe la sociedad brasileña el impacto social y económico de la ciencia?

-Lo que ocurre es que en nuestros países la ciencia aún no está plenamente institucionalizada. La sociedad, independientemente de los científicos, no la reconoce como un instrumento para su desarrollo. Es decir, no le ve una función social clara. Estas discusiones científicas en el continente son frágiles. Aún no logramos una posición clave en la definición de las políticas públicas.

Nosotros podemos demostrar que el 50 por ciento de las exportaciones de Brasil se beneficia con aportes de los institutos de investigación brasileños. Son ejemplos la productividad de la soja, la extracción de petróleo en aguas profundas y la fabricación de aviones.

-¿Cuál puede ser la razón?

-Una de ellas es la débil organización de la propia comunidad científica. ¿Quién representa a los científicos argentinos ante el parlamento, ante el gobierno? ¿El Foro de Sociedades Científicas, la Academia de Ciencias, la Sociedad de Física, de Química? Curiosamente, en la Argentina las sociedades científicas están bien articuladas y son muy fuertes para los fines científicos, pero, a los fines políticos, son muy frágiles. En el Congreso de la Nación, sociedades como la de Genética, la de Bioquímica, no son muy conocidas. A veces un científico, por su proyección personal, es llamado, pero para recibir una medalla y no con el fin de consultarlo. Es necesario que las asociaciones que congregan a las sociedades científicas y los investigadores estén presentes en el escenario público.

-¿En Brasil esto es diferente?

-En Brasil, la Academia de Ciencias y la Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia (SBPC) son interlocutores del gobierno, y son llamados todas las semanas al Congreso Nacional. La SBPC congrega a 70 sociedades científicas, y con ellas define los representantes para cada área especializada. Para las grandes cuestiones de presupuesto para ciencia y técnica, educación superior, medioambiente, desarrollos energéticos, tenemos un diálogo constante, tal vez no tanto como desearíamos. Aún no tenemos instrumentos para convencer a los ministros de economía como tienen los banqueros o los dueños de supermercados.

-¿Han tenido éxito en esta tarea?

-Sí. Un ejemplo es el programa de becas en Brasil. Tenemos alrededor de cincuenta mil becas, una inversión importante en la formación de jóvenes, y es el producto de nuestras presiones. También el programa de fondos sectoriales, que obliga a que las empresas privatizadas destinen un porcentaje de sus ganancias a la investigación científica, es un programa importante. Aquí en la Argentina, en el momento de la privatización, no se pensó que se podía destinar un porcentaje de la ganancia a la investigación científica en el área específica de la privatización: comunicación, aguas, petróleo, energía, agricultura. Siempre existe la posibilidad de crear nuevas fuentes de financiación. Una batalla de los próximos tiempos es la inversión en infraestructura en ciencia y tecnología. Es fundamental para poder pagar la deuda externa. Si no ponemos un poco de valor agregado de conocimiento a nuestros productos, nunca vamos a pagar la deuda. Es necesario realizar inversiones en áreas estratégicas.

-¿Cómo se convence a los políticos?

-Nosotros podemos demostrar que el 50 por ciento de las exportaciones de Brasil se beneficia con aportes de ciencia y técnica desarrollados en el país. La productividad de la soja es resultado de los laboratorios brasileños. El petróleo en aguas profundas es producto de los laboratorios brasileños. Los aviones que se exportan, que son los ítems más importantes de las exportaciones, son producto de la tecnología de los institutos de investigación brasileños. Esos tres ítems son responsables del 50 por ciento de las exportaciones. Y si no tuviéramos desarrollo tecnológico, eso no existiría. En el caso del petróleo, se sustituyen importaciones. Hace 20 años Brasil importaba el 80 por ciento del petróleo, hoy importa casi cero.

-¿En Brasil hay mayor confianza en los científicos que en la Argentina?

-No creo. Si lo medimos, seguramente se va a ver la misma desconfianza, la misma incredulidad, la misma dependencia de la

propaganda adversa, la propaganda desinformada que aún persiste en los periódicos. Cualquier inauguración de un supermercado es más importante que este encuentro que costó cinco años preparar. Si en una de las salas del encuentro se produce una idea que funciona, entonces esto valió la pena. A veces la articulación de unas pocas ideas se transforma en hechos realizables, en propuestas que pueden ahorrar miles de millones.

-¿Cuál podría ser una de esas propuestas para beneficio común de los dos países?

-Por ejemplo, nosotros vivimos arriba de una reserva inmensa de agua, el acuífero Guaraní, que puede ser estudiado por científicos de los dos países. El agua en los próximos veinte años será tan estratégica como el petróleo. La sociedad aún no se da cuenta de esto porque en la Argentina y Brasil el agua, por suerte, todavía no es escasa. El estudio del acuífero Guaraní hay que empezarlo ya, para poder tener resultados dentro de veinte años. Nuestra responsabilidad es poder avisar a la sociedad y a los gobiernos cuál es la situación real. Lamentablemente, los periódicos se van a enterar de este problema sólo cuando falte el agua. Y se producirá el gran escándalo. Hace 15 años estuve en Buenos Aires, viví allí un año, y se hicieron muchas entrevistas, conferencias, notas. Pero no logramos nunca avanzar. Desistimos durante los años de Menem, que destruyó toda la economía; pero afortunadamente no logró destruir el sistema científico.

Se destruye un kilómetro cuadrado de selva para poner dos vacas, porque ofrecen un rendimiento inmediato. En cambio, a la selva no se sabe cómo explotarla. Es un crimen contra la naturaleza y contra la inteligencia.

-Ahora las cosas parecen diferentes...

-Se firmaron algunos convenios interesantes. Se propuso un programa de cooperación en nanotecnología, un tema que polariza la atención en todo el mundo. También yo presenté una propuesta de crear una agencia binacional de desarrollo científico y tecnológico que pueda dar becas y pequeños aportes de dinero para la investigación, y que se puedan obtener fondos de otras áreas del ámbito privado para el desarrollo de programas comunes. Y, sobre todo, está la intención de estudiar ese laboratorio natural tan peculiar, desde el Ecuador hasta el polo sur. Brasil y Argentina son los únicos países que pueden disponer de una franja de espacio que constituye un laboratorio natural, y eso significa información, significa conocimiento, significa control del cambio climático, del efecto del fenómeno El Niño, que puede causar pérdidas de miles de millones de dólares si no es conocido. Entonces, invertir en ello es fundamental. Hay que alertar a los gobernantes sobre ello. A diferencia de veinte años atrás, en que no teníamos gente capacitada, hoy la tenemos.



Ennio Candotti

Nació en Roma (Italia), pero vive en Brasil desde hace más de cincuenta años. Actualmente, con 62 años, es profesor de la Universidad Federal de Espírito Santo (UFES). Como físico se formó en la Universidad de San Pablo y se dedica desde hace más de veinte años a la divulgación de la ciencia en Brasil. En 1982, Candotti fue la figura principal entre un grupo de científicos que dieron el puntapié inicial a la revista de divulgación *Ciência Hoje*, pionera en la región. Su labor como divulgador fue internacionalmente reconocida en 1999 con el Premio Kalinga, que otorga la UNESCO a investigadores y académicos por sus aportes en educación, ciencia y cultura.

Fue presidente de la *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência* (SBPC) por dos períodos consecutivos, entre 1989 y 1993, y en julio del año pasado fue elegido nuevamente para asumir la presidencia de esta organización.

-¿Tuvo alguna repercusión su intervención para detener la tala en el Amazonas para ganadería y cultivo de soja? Hay un proyecto de poner diez mil investigadores a trabajar, ¿no?

-Sí, ese es un proyecto que se va a realizar. Todos están de acuerdo, pero todavía hay resistencia en discutir cuánta plata es necesaria. Pero son programas de formación de gente. Con pocos millones por mes se pueden tener interesantes resultados en diez años.

-¿Qué pasa con las empresas que ya están en el Amazonas?

-A esas empresas hay que frenarlas. La selva es muy valiosa desde el punto de vista científico. Es un milagro que todavía desconocemos. Son libros, muchos de ellos aún cerrados; pero quemarlos porque no entendemos el lenguaje en que están escritos es un monumento a la ignorancia, a la estupidez. Se destruye un kilómetro cuadrado de selva para poner dos vacas, porque ofrecen un rendimiento inmediato; en cambio, a la selva no se sabe cómo explotarla. Es un crimen contra la naturaleza y contra la inteligencia. Derribar la selva para tener un poco de soja es de un cortoplacismo suicida. Cualquier plaga puede destruir la soja, o puede bajar el precio en el mercado internacional, y el terreno se abandona. Y para recomponer la selva se necesitan cien años. Es una guerra del inmediateísmo contra la razón. El viejo dilema entre la estupidez, que es abundante en la especie humana, y lo razonable, que necesita de mucho consenso para ser respetado.

-¿Qué papel cumple la divulgación científica en todo esto?

-Yo estoy involucrado en la divulgación científica desde hace veinte años, participé en la Argentina de la creación de *Ciencia Hoy*, un proyecto hermano de la *Ciência Hoje* brasileña, que se creó en 1982. No podemos alcanzar millones de lectores, pero ya alcanzamos cien mil. Esta revista forma parte de un movimiento amplio, que se dio también en México y en Chile. Son proyectos



diferentes del de *Muy Interesante*, porque lo que se busca es hacer reflexionar, pensar, definir nuevos caminos, dar publicidad a aquello que aparentemente no interesa a nadie porque nadie sabe que existe. La gente no puede interesarse por algo que desconoce.

-Sin embargo, estas revistas tienen un público restringido.

-No son para el gran público, son para quienes escriben para el gran público. Los periodistas no logran hacer lo que hacen *Ciencia Hoy*, *Ciência Hoje* o *La Recherche*, porque no tienen tiempo. Pero a partir de este material, los periodistas pueden transformarlo en textos para un público masivo.

-El tema es cómo llegar a esa gente que no tiene acceso ni a los diarios...

-Cuando llegamos a los diarios aún estamos excluyendo a mucha gente. Es un tema de la escuela formal, de la educación. Si nosotros logramos informar mejor a los profesores de la enseñanza media, incluir en la enseñanza media temas más cercanos a la investigación, será un gran salto. Producir información para actualizar a los profesores de la enseñanza media es aún una tarea que la comunidad científica no se ha puesto a realizar. Ahora las universidades se empiezan a preocupar, pero son pocos los investigadores dedicados a eso. Esta tarea todavía depende de héroes, y lo que depende de héroes tiene poca posibilidad de sobrevivir.

Los científicos también deben comunicar lo que hacen al público no especializado. Si quieren preservar los aportes de la sociedad para la ciencia, no basta con publicar para los propios científicos, tienen que hablar para el gran público.

-¿Hay proyectos desde la universidad para hacer educación?

Sí, están creciendo. La semana pasada hicimos la Semana de la Ciencia (en Brasil), que juntó a más de un millón de personas. En todos los municipios hubo alguna actividad en la calle, en teatros, en cines. Es posible que en la próxima etapa sean diez millones. Yo creo que empezamos a tener masa crítica, tenemos gente para hacer todas esas cosas. Y creo que si los argentinos pudieran unirse a nosotros, no sólo serían bienvenidos, sino que nosotros tendríamos más trabajo del que tenemos aislados. Podríamos estudiar, por ejemplo, el clima, desde la Amazonia hasta el Río Grande. Esto es necesario, porque la naturaleza no tiene fronteras y hoy estamos estudiando un mundo sin fronteras, el mundo biológico de la biodiversidad. Entonces es muy importante que se realice este mercado del conocimiento, del cual la primera cosa que podemos eliminar es la palabra mercado. Hay que abandonar la idea de mercado, de la competición de los coches.



-¿Qué cualidades debería tener un divulgador científico?

Un periodista científico tiene que conocer bien alguna área en particular como la biología, la economía o la física, tener una cierta familiaridad con el lenguaje científico para distinguir las exageraciones, las omisiones, lo que es dicho y lo que no es dicho. Creo que ese es el gran desafío de los periodistas: detectar las exageraciones y hacer las preguntas para comprender la dificultad que implican las certezas y también para poder dar cuenta de la incertidumbre. Pero también los científicos deben comunicar lo que hacen para el público no especializado. Si quieren preservar los aportes de la sociedad para la ciencia, no basta con publicar para los propios científicos, tienen que hablar para el gran público.

-¿Considera que con la reconfiguración del mapa político de la región se abriría una posibilidad de trabajo conjunto similar a la de mediados de los 80, cuando las dictaduras militares del Cono Sur llegaban a su fin?

-Uno de los primeros viajes que hice a Buenos Aires fue en el 86, cuando finalizaba la dictadura brasileña y eran los primeros años del gobierno de Alfonsín. El programa que comenzaba en aquel momento, más allá de los partidos que estuvieran en el poder, era un programa de integración que tuvo su propia historia de cooperaciones individuales muy importante en los últimos cincuenta años. Hay brasileños que se formaron en la Argentina, hay ar-

gentinos que se formaron en Brasil, y eso es muy valioso. (El ministro Daniel) Filmus dice claramente que hizo su posgrado en Brasil, y yo estudié Física con maestros argentinos que estaban en Río de Janeiro, como (el profesor Juan José) Giambiaggi. Tengo muy buenos amigos que se fueron de Argentina y se refugiaron en donde yo trabajaba. Existe una red de complicidad, de cooperación natural, espontánea. Ahora creo que es el momento irreversible de la institucionalización, que no dependa de las personas, sino que se involucre la voluntad del gobierno, que se multiplique la cooperación.

Si no tenemos cuidado hoy, mañana podemos despertar con el genoma patentado por alguna empresa que va a ser dueña de nuestro patrimonio genético, y eso es el resultado de la ciencia, de la investigación científica en manos de pocos.

-¿Qué puede hacer la ciencia para terminar con las desigualdades sociales?

-No creo que la ciencia por sí misma pueda hacer algo. Las desigualdades sociales dependen de mucho más que de las instituciones científicas. Estas son instituciones sociales, políticas, de producción de conocimiento. La capacidad de reproducción de la ciencia y su participación en la formación de políticas públicas

exige una institución, que sea la universidad. Me parece que esa es una dimensión poco explotada. Se pregunta siempre qué puede hacer la ciencia, pero pocas veces qué puede hacer la universidad. A ella debemos pedirle eso, tiene una influencia muy importante en la formación de los ciudadanos. Yo creo que la universidad puede hacer muchísimo; pero primero debe sobrevivir como institución; segundo, debe ser capaz de producir las respuestas; pero depende de inversiones y éstas dependen de la sociedad, que les dé crédito o no. Si una sociedad cree que un cura puede resolverle las dificultades, entonces va a construir una iglesia; en cambio, si cree que es necesario un científico, va a crear un laboratorio. El problema es que cuando el gobierno tiene plata, no piensa en el futuro, prefiere construir monumentos inmediatos. Brasil y Argentina tuvieron momentos de grandes riquezas; si hubieran invertido en educación, en ciencia y en formación de gente, hoy estaríamos mucho mejor. Pero usaron el dinero en crear grandes avenidas, palacios, en comprar armamento costoso, navíos, prestigio y poder de muy corto plazo.

-¿Invertir más en ciencia significa que la población en general va a estar mejor?

-No necesariamente, puede ser que se invierta más en ciencia y que la población esté peor, la ciencia es un instrumento de poder. Hay que comprobar, hay que participar, hay que acompañar muy de cerca lo que se hace. La democracia sirve para eso. Hay ejemplos en el mundo en los que la ciencia produjo desigualdades profundas porque los resultados fueron apropiados por pocos, por interesados, por empresas. Si no tenemos cuidado hoy, mañana podemos despertar con nuestro genoma patentado por alguna empresa que va a ser dueña de nuestro patrimonio genético, y eso es el resultado de la ciencia, de la investigación científica en manos de pocos.

-¿Y cómo se controla eso?

-Con la democracia, con participación, es la única manera: elecciones, partidos, politización de la ciencia. Es necesario que los científicos tomen conciencia de que no son marionetas de un juego, ellos son protagonistas, ellos deben escribir su propio guión, no deben actuar los guiones definidos por otras fuerzas. Porque en el momento en el que los presupuestos de ciencia son bajos y se vende a quien paga mejor, el peligro es que quien paga después se apropia del conocimiento para sus propios intereses. Por eso es peligroso en este momento ofrecer conocimiento sin cierta preocupación ética y política. Sería trágico que las próximas generaciones viesen a los científicos como personas que buscan plata vendiendo a la madre o a la abuela, sin medir límites. Pero hay límites, y definir esos límites es efecto también de esta discusión política del papel de la ciencia.



No seremos ciudadanos conscientes hasta que no conozcamos claramente nuestra historia. Los conflictos entre Brasil y Argentina fueron entre algunos estancieros y unos pocos interesados.

-Usted en algún momento habló de la integración de los países de la región para producir una "ciencia del sur".

-Me refería a que en esta región hay una cantidad de laboratorios naturales, donde se puede producir mucho conocimiento. Podremos actuar sobre esos laboratorios, extraer, explotar o no para nuestro beneficio. Pero el tema de cómo explotar sin destruir, cómo proteger las riquezas, es una tarea que exige investigación. También son necesarios los estudios sociales, porque no conocemos nuestra historia, tal vez porque no quieren que descubramos que los héroes no fueron tan héroes, y que nuestros guerreros no fueron tan virtuosos como se los imagina. Pero no seremos ciudadanos conscientes hasta que no conozcamos claramente nuestra historia. Los conflictos entre Brasil y Argentina fueron conflictos entre algunos estancieros y algunos pocos interesados, hay que describir eso. Tenemos que escribir textos para que nuestros estudiantes puedan separar los conflictos reales de los ficticios, para que no sea una discusión de hinchas de fútbol, sino de reflexiones, datos y documentos. Se sabe más de Napoleón que del Imperio Inca, es un absurdo. Podríamos escribir una Historia diferente. ■

Producción local de vacunas

Más vale *prevenir*

por Verónica Engler vengler@bl.fcen.uba.ar

La producción pública de vacunas es considerada, cada vez más, como un tema estratégico para el sostenimiento del sistema sanitario nacional. En la Argentina ya se vislumbra la posibilidad de enfrentar el desafío que implica el autoabastecimiento para asegurar la cobertura inmunológica de la población. Y la definición está en manos del Estado.

The Lancet, una de las revistas de mayor impacto mundial en medicina, publicó en abril de este año un contundente editorial sobre la importancia de la producción de vacunas. El artículo llamaba la atención sobre la escasez que se viene registrando en los últimos años a causa de la poca rentabilidad que ofrece la fabricación de este tipo de producto medicinal a los laboratorios privados.

En 2002, UNICEF ya advertía sobre una falta de 70 millones de dosis. Y un año antes, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) reconocía este déficit como un problema de salud pública al que los estados debían prestar atención. “Esta situación delicada –advertía la Organización– requerirá que los Estados Miembro aseguren una reserva de vacunas y que planifiquen sus pedidos con mucha anticipa-

ción por intermedio del Fondo Rotatorio para la compra de vacunas de la OPS”.

Mientras que la fabricación de las vacunas más comunes ha dejado de ser rentable para las compañías farmacéuticas, la producción pública es casi nula en los países pobres porque carecen de los recursos necesarios para iniciar este tipo de emprendimientos. Esto hace que la cobertura vacunal de las naciones dependa de



una industria cada vez más concentrada –entre 1998 y 2001, de los catorce laboratorios internacionales que producían vacunas, diez pararon parcial o totalmente su producción–. Es decir, la tendencia es que haya cada vez menos laboratorios que produzcan. La consecuencia de esta merma es que la cantidad producida no será suficiente para abastecer una demanda mundial creciente.

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) aconseja, para la mayoría de las vacunas, la utilización de gérmenes (cepas) regionales con el fin de aumentar la efectividad en la prevención de diferentes comunidades.

Considerando este mapa de carestía y de necesidades locales, diversas organizaciones sanitarias y académicas de la Argentina vienen propiciando desde hace un par de años la producción pública de vacunas como parte de una política más amplia que incluiría la manufactura de medicamentos.

El gobierno, por su parte, parece haber incluido el tema de las vacunas en su agenda. Prueba de ello es el préstamo de 800 mil pesos solicitado al Banco Mundial –concedido en octubre pasado– con el fin de adecuar el Laboratorio Central de Salud Pública de la Provincia de Buenos Aires (LCSP), en la ciudad de La Plata. El objetivo es producir BCG para abastecer las necesidades de la población de todo el territorio nacional.

La producción como estrategia

En nuestro país, el LCSP (también conocido como Instituto Biológico de La Plata) y la Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de la Salud



(ANLIS-Malbrán) son las únicas instituciones que producen vacunas del Calendario Nacional de Vacunación, con excepción del Laboratorio de las Fuerzas Armadas, que fabrica en una proporción mínima para uso propio.

El LCSP produce la BCG y la Doble Adultos, aunque en cantidades que sólo cubren las necesidades de la provincia de Buenos Aires (1.600.000 dosis por año de cada una); y el ANLIS-Malbrán produce aproximadamente 200.000 dosis anuales de la Doble Adultos. Las seis vacunas restantes que se aplican en el marco del Calendario Nacional, así como también las dosis faltantes de BCG y vacuna Doble para el resto del país, son compradas en el exterior por el Ministerio de Salud.

La Argentina importó vacunas por más de 20 millones de dólares en 2003 a través del Fondo Rotatorio de la OPS, establecido hace veinticinco años con el fin de abaratar costos mediante compras “al por mayor”. Esta adquisición se realizó a través de un préstamo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF, que depende del Banco Mundial). Para el período que cubre el presente año hasta marzo de 2005, el préstamo tomado ascendía a casi 30 millones de dólares.

“Producir vacunas en el país permitirá dar cobertura social adecuada y necesaria sustituyendo importaciones, abrir fuentes de trabajo y hasta generar posibilidades de exportación –afirma el doctor Martín Isturiz, jefe de Inmunología del Instituto de Investigaciones Hematológicas (IIHEMA) de la Academia Nacional de Medicina e investigador superior del Conicet–. Además, es una manera de ir generando au-

tonomía tecnológica en áreas de importancia estratégica”.

“Producir vacunas en el país permitirá dar cobertura social adecuada y necesaria sustituyendo importaciones, abrir fuentes de trabajo y generar exportaciones”.

Isturiz es uno de los fundadores del Grupo de Gestión de Políticas de Estado en Ciencia y Tecnología que desde hace dos años viene desarrollando una campaña persistente para promover la producción pública de vacunas. En la misma línea de acción se inscribieron las jornadas “Vacunas: un déficit de la nación”, realizadas en octubre del año pasado en la Facultad de Ciencias Exactas (FCE) de la Universidad Nacional de La Plata. En esa ocasión, la doctora Daniela Hozbor, del Instituto de Bioquímica y Biología Molecular de la FCE, presentó un informe en el que destacaba que la *Bordetella pertussis* (agente causal de la tos convulsa, también conocida como coqueluche) utilizada en las vacunas Triple y Cuádruple importadas, no tiene las características de las cepas que producen la enfermedad en la Argentina.

Hozbor dirige un equipo que investiga aspectos básicos de la interacción de la *Bordetella pertussis* con el hospedador (la persona infectada). De este conocimiento básico se espera poder elegir adecuadamente qué cepa bacteriana y qué componentes son esenciales para lograr una buena protección contra la tos convulsa. “Este es un caso típico en donde las vacunas importadas no cubren las necesidades de la región, y la solución es producirlas en el país –admite Hozbor–. Por ello es que la producción nacional de esta vacuna con cepas aisladas en el país tendría una importancia estratégica en el control de la tos convulsa”. Esta enfermedad respiratoria, altamente contagiosa, ocasiona en el mundo 60 millones de casos y 500 mil muertes anuales.

“Hemos enviado un informe al Ministerio de Salud de la Nación diciendo que, en la vacuna que se importa, el componente *pertussis* no da protección buena contra la tos convulsa, porque son cepas de otros lugares y la OMS está recomendando utilizar cepas regionales. Entonces, para esas cepas hay que hacer desarrollo en nuestro país”, asegura Hozbor. “Tuvi- mos respuesta del Ministerio, y nos daban la razón, decían que había más tos convulsa”. En este caso, importar vacunas acarrea como consecuencia una incompleta inmunización de la población.

“El diseño de una vacuna debería hacerse teniendo en cuenta los datos epidemiológicos de la región –sostiene la médica–. Lamentablemente, Latinoamérica basa sus desarrollos y estrategias en el área de salud sobre datos de otros países. Argentina debe mejorar significativamente los estudios epidemiológicos, deberían apoyarse más seriamente porque a partir de ellos se pueden diseñar estrategias preventivas más eficaces”.

En los últimos meses, el Grupo de Ges- tión –que representa a más de 1.400 per-

Calendario Nacional de Vacunación



Son ocho las vacunas de aplicación obligatoria que conforman lo que se conoce con el nombre de Calendario Nacional de Vacunación: BCG (tuberculosis), Anti Hepatitis B, Doble Adultos (tétanos-difteria), Triple Bacteriana (difteria-tétanos-pertussis), Cuádruple Bacteriana (difteria-tétanos-pertussis-hemophilus- influenza B), Sabin (poliomielitis), Doble Viral (sarampión-rubéola) y Triple Viral (sarampión-rubéola-parotiditis).

sonas y 65 instituciones– se concentró fundamentalmente en la BCG “porque hay capacidad instalada para hacerla y tiene niveles internacionales de calidad”, argumenta Isturiz.

De acuerdo con las evaluaciones realizadas por la OMS, la BCG producida para la provincia de Buenos Aires es una vacuna de referencia para América Latina y el Caribe. Pero, a pesar de su buena calidad, el laboratorio de La Plata no contaba con la autorización de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT, dependiente del Ministerio de Salud de la Nación) para poder distribuir el producto en todo el país.

Esta inhibición en lo referente al tránsito federal, tiene que ver con lo que técnicamente se llama Buenas Prácticas de Fabricación (GMP, por sus siglas en inglés) que estipulan, entre otras cosas, las carac-

terísticas edilicias que debe tener el lugar donde se produce. El proceso productivo en el área de vacunas está regulado por estrictas normas de seguridad que se establecen a nivel internacional en el marco de la OMS. En cada país, los entes reguladores pertinentes –en la Argentina, la ANMAT– son los encargados de controlar el cumplimiento de estas normas que resguardan la calidad del producto.

Justamente, durante la primera mitad de este año, las autoridades del LSCP estuvieron elaborando un proyecto de reforma del laboratorio con el fin de adecuar las instalaciones y poder producir BCG para distribuir fuera del territorio bonaerense. En el mes de junio, la ANMAT finalmente aprobó las remodelaciones edilicias y de equipamiento definitivas de la planta productora.

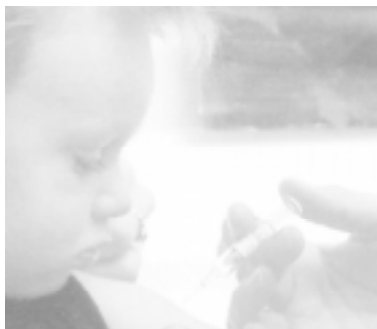
Pero para adecuar la infraestructura del laboratorio se necesitan aproximadamente 1,5 millones de pesos, suma que se conseguiría en parte a través de un préstamo de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, que sería de aproximadamente 700 mil pesos. El resto lo aportará el Ministerio de Salud de la Nación con el préstamo de 800 mil pesos que ya fue aprobado por el Banco Mundial.

Sustitución de importaciones

Durante el año 2003, la Argentina debió importar 3.375.000 dosis de BCG por un valor total de 337.500 dólares (a diez centavos de dólar por unidad).

“Pero internamente, ¿qué conviene: generar deuda externa por casi 400 mil dólares, que es insignificante, o invertir eso en el desarrollo de vacunas locales, preservar la autonomía tecnológica y formar recursos humanos?”, se pregunta Isturiz.

“El Ministerio está absolutamente comprometido con el proyecto de producción pública de BCG”, afirma la doctora Silvia Kochen, quien desde el Minis-



Dudas en la Ciudad de Buenos Aires

En julio se promulgó en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires una ley para promover la producción pública de vacunas con el fin de abastecer a la ciudad. Una cláusula de la ley, redactada por la legisladora Susana Etchegoyen (Autodeterminación y Libertad) dice: “la Secretaría de Salud del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires deberá invitar, dentro de los 60 días de la publicación en el Boletín Oficial, a todos los Organismos Públicos de la Ciudad de Buenos Aires y otras jurisdicciones, a fin de que presenten un informe actualizado sobre la capacidad que disponen para la producción de vacunas”.

Cuando el plazo había vencido –el 22 de septiembre pasado–, la Secretaría de Salud de la Ciudad todavía no había invitado a los organismos pertinentes para que presentaran un informe sobre la capacidad disponible para la producción.

De acuerdo con la mencionada ley, el gobierno de la ciudad debería aportar fondos a las instituciones públicas como apoyo para remodelación, equipamiento, mejoras e insumos, a cambio de vacunas terminadas.

terio de Salud se encargó de monitorear –junto a la Vice Ministra, la doctora Graciela Rosso– el proyecto de remodelación del Laboratorio de La Plata para presentar ante la ANMAT y ante los funcionarios del Banco Mundial que debían dar el visto bueno para la aprobación del crédito solicitado.

Kochen coincide con Isturiz y Hozbor en considerar la producción pública de vacunas como una cuestión de estado estratégica, pero destaca varios aspectos que hubo que tener presentes al momento de formular el proyecto para pedir dinero al exterior. “Cuando se va a producir una vacuna, también hay que evaluar costos, porque si se compra la BCG por el Fondo Rotatorio a diez centavos de dólar la dosis, no se puede producir a un costo de diez dólares”.

En la propuesta presentada por el LCSP se estima que la provisión al Estado Nacional de BCG se podría realizar entregando la vacuna a un valor de entre seis y siete centavos de dólar. Esta estimación resulta de evaluar el costo de producción teniendo en cuenta los valores de los diferentes insumos y servicios empleados en la producción, que conforman los gastos generales del Laboratorio.

La capacidad actual de producción del Instituto Biológico de La Plata es tal que permitiría producir vacunas BCG para todo el territorio nacional y aun para exportar.

El LCSP tiene una experiencia de más de treinta años en la elaboración y control de BCG. La capacidad de esta planta de producción es tal que actualmente permitiría producir para distribuir en todo el territorio nacional (aproximadamente 5.000.000 de dosis) y aun para exportarse. “Una vez que la vacuna producida por este laboratorio esté disponible, el Ministerio se compromete a su adquisición para ser

distribuida en todo el territorio nacional, y de esta forma dar respuesta a las necesidades de la población, sin que el Estado Nacional tenga que importarla”, asegura Kochen.

“Tomamos la BCG como caso testigo más que como un hecho económico en sí, porque (empezarla a producir) marcaría una voluntad política y eso es fundamental. La BCG es como el primer escalón –ejemplifica Isturiz–. La Doble también se podría producir para todo el país, porque, de hecho, el Instituto Biológico de La Plata ya lo hace para la provincia de Buenos Aires”.

Si se aprovechara la posibilidad de comenzar a subir esa escalera productiva, según Isturiz, se podría llegar a elaborar una vacuna como la Cuádruple, “que es importante desde el punto de vista sanitario y también económico, porque es más cara (vale un poco más de tres dólares la dosis) y se importa por 10 millones de dólares anuales”. Aunque producirla no costase más barato que importarla, la diferencia estaría en que el dinero quedaría circulando en el país y no saldría como erogación.

Los programas de inmunización en todo el mundo, y particularmente en Latinoamérica, han sido sumamente fructíferos. En 1970, el año en que la OPS convocó a una Conferencia Internacional sobre la Aplicación de Vacunas, las tasas de cobertura de inmunización, con las escasas vacunas empleadas en los programas de la región –que eran básicamente DPT, BCG, antipoliomielítica y toxoide tetánico– eran inferiores al 10 por ciento. Actualmente, la cobertura de vacunación –que ahora incluye las vacunas contra el sarampión, la rubéola, la parotiditis, *Haemophilus influenzae* tipo b y la hepatitis B– alcanza un promedio de 80 a 90 por ciento en los países de América. Hoy, todo parece indicar que para seguir avanzando en este sentido, es el Estado el que tiene que asumir el desafío que implica la producción de vacunas. ■

El satélite SAC-D

Un ojo argentino mirando desde arriba

por Adriana Vescovo* amvg@arnet.com.ar

Ya está en marcha la nueva misión espacial conjunta argentino-estadounidense SAC-D/Aquarius. Con la participación de científicos y técnicos argentinos, comenzará el año próximo la construcción en el país del satélite y del instrumental de teleobservación terrestre que se pondrá en órbita en septiembre de 2008 y que permitirá medir por primera vez en forma global la salinidad de los océanos, un importante parámetro para la comprensión del sistema climático.



Con la firma del documento suscripto en marzo de ese año por los representantes de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de los Estados Unidos (NASA, en inglés) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de Argentina (CONAE), se dio por iniciado formalmente el acuerdo para la realización de la misión satelital conjunta SAC-D/Aquarius.

Este nuevo proyecto espacial conjunto, que se encuentra en la etapa de formulación, se enmarca dentro del Plan Espacial Nacional, elaborado y en ejecución por la CONAE. Participan en él personal de esta, así como de otras instituciones del área de ciencia y tecnología de diversos puntos del país. El aporte argentino a la misión no sólo comprende la construcción del satélite SAC-D, que servirá para transportar el laboratorio Aquarius, construido por la NASA, sino que incluirá otra serie de instrumentos de medición, así como todas las tareas posteriores de operación y manejo de la información recibida. Se estima que el satélite será puesto en órbita en septiembre de 2008, desde Vandenberg, California.

El satélite SAC-D/Aquarius está principalmente destinado a establecer la salinidad global de los océanos mediante mapeos periódicos de alta precisión, así como a determinar la humedad del suelo

en grandes extensiones. Más allá de la aplicación práctica de la información obtenida –como el manejo sostenible de la actividad pesquera y el alerta temprana de incendios e inundaciones–, el objetivo de la misión SAC-D/Aquarius es contribuir a la comprensión de la totalidad del sistema terrestre, las consecuencias de los cambios naturales y de los inducidos por el hombre en el medio ambiente. Las mediciones realizadas por esta nueva misión espacial de teleobservación de la Tierra contribuirán a una mejor interpretación de la circulación oceánica y a la predicción de sus cambios, así como su efecto sobre el ciclo del agua y el clima del planeta.

El SAC-D: una excusa para el orgullo nacional

La misión SAC-D/Aquarius es parte del Plan Nacional Espacial “Argentina en el Espacio 2004-2015” y del Acuerdo Marco para la Cooperación en el Uso Civil del Espacio que firmó nuestro país con los Estados Unidos en 1991, año en que paralelamente se creó la CONAE, agencia especializada que depende del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto.

Desde entonces, ya se pusieron en órbita tres satélites diseñados y construidos en el país: el SAC-B, el SAC-A y el SAC-C. Mediante los satélites argentinos, nuestro país obtiene información espacial de producción propia para satisfacer necesidades que no son cubiertas por la oferta internacional. “La Misión SAC-D”, señala con orgullo el doctor Raúl Colomb, director de la CONAE y jefe científico de la misión, “es el resultado de un riguroso proceso de selección, donde los socios de la Comisión son el Goddard Space Flight

Center y el Jet Propulsion Laboratory (JPL), de la NASA”.

Mediante sus satélites, nuestro país obtiene información para satisfacer necesidades que no son cubiertas por la oferta internacional

Se estima que el costo del Aquarius, el instrumento de la NASA, incluyendo los tres años posteriores al lanzamiento, ronda los 200 millones de dólares. En tal sentido, el director de la CONAE destaca que “la NASA no solamente está confiando en poner un instrumento de ese costo en un satélite totalmente construido en el país, sino también toda la operación, control y bajada de los datos durante los tres años que –como mínimo– se estima tiene de vida útil el instrumento Aquarius”.

Inteligencia Marca País

Aunque la misión SAC-D/Aquarius se encuentra bajo responsabilidad de la CONAE, en el proyecto no sólo participan profesionales de este organismo. Junto a unos veinte integrantes de la Comisión, el doctor Colomb detalla la contribución de científicos y técnicos de las más diversas especialidades de numerosas instituciones del país. En tal sentido, el principal contratista de la CONAE es INVAP (Investigación Aplicada), que tendrá a su cargo tanto la construcción del satélite como algunos de sus instrumentos, así como los mecanismos de soporte y despliegue de los paneles solares, que generarán la energía.

Pero a esta empresa estatal rionegrina se debe sumar, entre otros, el aporte del

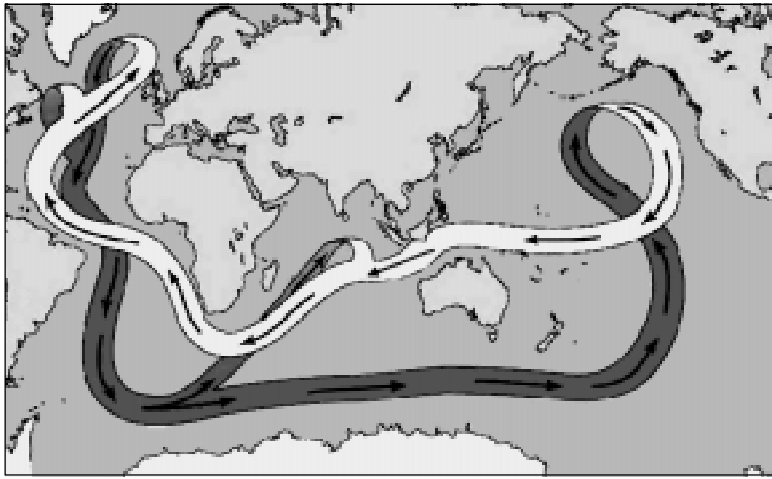


Conicet, a través del Instituto Argentino de Radioastronomía; de la Universidad Nacional de la Plata, a través de la Facultad de Ingeniería; del Centro de Investigaciones Ópticas; la Comisión Nacional de Energía Atómica; el Instituto Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de las Fuerzas Armadas; y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Tendrán a su cargo el diseño y la construcción de equipos, así como de prototipos de instrumentos como radiómetros y antenas, esenciales para las mediciones remotas.

Una serie de intensas reuniones conjuntas y comunicaciones permanentes sostienen y analizan los distintos requerimientos del proyecto, que el año próximo entrará en la siguiente fase de ejecución, durante la cual comenzará la construcción del satélite.

Desde casa a California

El observatorio SAC-D/Aquarius estará integrado por un vehículo espacial, el



El esquema de la "cinta transportadora" resume la concepción actual de la circulación global y continua de las aguas oceánicas. Una corriente superficial lleva aguas cálidas y de menor nivel salino de los océanos Pacífico, Índico y Atlántico Sur hacia el Atlántico Norte. Allí el agua se enfría, gana salinidad y debido a su mayor densidad se hunde y circula en profundidad hasta completar el recorrido.

SAC-D, provisto por la CONAE, y el instrumento Aquarius, de la NASA. Incluirá también una serie de cámaras e instrumentos provistos por la CONAE, por la Agencia Espacial Italiana (ASI) y por el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia.

Quizá como parte del *training* de lo que le deparará su vida futura, el SAC-D viajará lo suficiente antes de salir al espacio. El satélite será construido en San Carlos de Bariloche y una vez finalizado e integrados todos sus instrumentos, será transportado por la Fuerza Aérea Argentina hasta Brasil. Allí permanecerá en los Laboratorios que la Agencia Espacial Brasileira posee en Sao José dos Campos, al norte de San Pablo, para las pruebas finales. Luego será llevado por el mismo medio hasta la Base Aérea de Vandenberg, en California, para su lanzamiento.

Esta misión será puesta en órbita por el vehículo Delta II, provisto por la NASA, en septiembre de 2008. El comando, control, monitoreo y la adquisición de los datos estarán a cargo de la Estación Espacial Teófilo Tabanera, que la CONAE posee en Falda del Carmen, provincia de Córdoba.

Lo que hace la misión

Pocos meses después de su puesta en órbita, los instrumentos de la CONAE obtendrán mediciones de precipitaciones y velocidad del viento sobre la superficie del mar y posibilitará la determinación de propiedades del hielo, sobre todo en la Antártida. La cámara infrarroja permiti-

rá obtener datos de temperatura superficial del mar, así como estudiar y prevenir incendios y detectar erupciones volcánicas. Mediante la cámara de alta sensibilidad se podrán realizar estudios de la cobertura de nieve en la zona cordillerana, de auroras polares, distribución de luces en zonas urbanas y tormentas eléctricas. El Aquarius, por su parte, permitirá mediciones de humedad de suelo sobre el territorio nacional. A través del procesamiento de datos, se podrán adquirir datos meteorológicos de zonas aisladas o de difícil acceso.

La misión SAC-D/Aquarius realizará mediciones con una precisión equivalente a detectar una pizca de sal en un litro de agua.

Sin embargo, a pesar del enorme caudal de información suministrada, "el principal aporte científico de la misión SAC-D/Aquarius —señala el doctor Colomb— consistirá en la medición de la concentración superficial de sal en los océanos, un parámetro crítico para las variaciones climáticas que nunca fue medido desde el espacio y por lo tanto no se conoce de manera global". Hasta ahora sólo se tienen mediciones localizadas y discontinuas de la salinidad, efectuadas, en su mayoría, por embarcaciones.

La misión SAC-D/Aquarius realizará por primera vez mediciones globales de esta variable y obtendrá un mapa mensual de la salinidad sobre todos los océanos con

Cómo alcanzar altitudes extremas

"Marzo 17. El primer vuelo con un cohete que utiliza combustible líquido fue concretado ayer en la granja de mi tía Effie en Auburn... Parecía casi mágico mientras se elevaba, sin ningún sonido o llama mayormente apreciable, como si dijera 'ya he estado aquí lo suficiente, pienso que iré a otro lado, si usted no se opone'".

Con estas palabras, aparentemente domésticas, quedó registrado en el diario personal del doctor Goddard uno de los hitos de la historia de la tecnología moderna. En 1926, a los 44 años, y luego de 17 años de trabajo teórico y experimental, este profesor de física y pionero estadounidense había diseñado, construido y lanzado el primer cohete impulsado con una mezcla de gasolina y oxígeno líquido. Considerado como el padre de la propulsión de la cohetaría moderna, Robert Hutchings Goddard había nacido en Worcester, Massachusetts, en 1882. Todo parece haberse iniciado en su adolescencia, mientras leía el clásico de ciencia ficción *La guerra de los mundos* y soñaba con vuelos espaciales.

Comenzó realizando estudios sistemáticos sobre propulsión que solventó con sus propios recursos. Posteriormente consiguió sucesivos fondos del Instituto Smithsonian y de la Fundación Guggenheim, así como el apoyo de Charles Lindbergh. Su clásico documento "Un Método para Alcanzar Altitudes Extremas" fue escrito en 1916 gracias a un subsidio de cinco mil dólares del Smithsonian, que lo incluyó en su publicación de *Misceláneas* Nro 2540. En este trabajo detalló sus



investigaciones acerca de posibles métodos para elevar instrumentos de registro meteorológico por encima de los globos sonda y desarrolló las teorías matemáticas de la propulsión de cohetes.

Quizá con poca fortuna, al final de su documento, Goddard insinuó la posibilidad de que un cohete llegara a la Luna, argumento que fue tomado y ridiculizado por la prensa, generando una acalorada controversia en los medios. Sin embargo, algunas de las más de 1.500 copias de su artículo llegaron a Europa y en 1931, el ejército alemán había comenzado su programa de cohetes. Una recopilación de todos sus trabajos fue publicado por el Museo Smithsonian en 1936 bajo el título "Liquid Propellant Rocket Development".

Poseedor de un doble talento, científico y de ingeniería práctica, fue el primer científico que reconoció y llevó a su realización las potencialidades de los cohetes y de los vuelos al espacio. En 1929, lanzó un cohete con la primera carga científica: un barómetro y una cámara. Su labor no fue reconocida hasta los albores de la era espacial. Reparando estos años de silencio, desde 1959 el mayor laboratorio científico espacial de la NASA, en Greenbelt, Maryland, lleva el nombre de Goddard Space Flight Center, en memoria de este pionero de la ciencia espacial.

una densidad de información de un dato por cada cien kilómetros cuadrados, y una precisión de 0,2 psu (unidades de salinidad), lo que "equivale a detectar la salinidad resultante de disolver una pizca de sal en un litro de agua", ejemplifica Colomb.

¿Cómo lograr tal nivel de precisión? Como todos los materiales, el agua emite radiación tanto en longitudes de onda visible como en las microondas. Debido a su particular estructura molecular, la emisión del agua es especialmente intensa en esta región del espectro electromagnético. Asimismo, las características de las radiaciones emitidas dependerán de las condiciones del agua: temperatura, olas, espumas, contaminantes... y salinidad. Así, a través de la interpretación de la radiación emitida por el agua, captada desde el espacio y reenviada a Tierra es posible determinar la concentración de sales en el agua de los océanos.

Este importante alcance tiene una particular significación para el doctor Colomb, que hace treinta años atrás y junto a otros colegas del Instituto Argentino de Radioastronomía, en La Plata, formaron un grupo de trabajo para recopilar bibliografía acerca de las posibilidades de usar las propiedades de las microondas para medir la salinidad de los océanos mediante la percepción remota. En un sentido más amplio, demuestra una vez más que la ciencia y la tecnología son parte de un fenómeno cultural, que sólo adquieren valor y utilidad cuando están en el lugar y en el momento histórico adecuados. Vivir en este siglo parece depararle al doctor Colomb más suerte que a Leonardo.

La sal de la vida

Pero más allá de disquisiciones filosóficas, ¿por qué tanto ahínco en determinar la salinidad de los océanos? "En un planeta sin fluidos –responde la oceanógrafa Virna Meccia, de la UBA– es decir, sin mares ni atmósfera, el área intertropical se calentaría cada vez más y los polos se enfriarían indefinidamente. Pero esto, nos

dice casi con alivio la licenciada Meccia, "es claro que no ocurre porque la función de estos dos fluidos es la de transportar y distribuir la energía recibida".

Y acercándonos a la respuesta que buscamos, la licenciada Meccia recuerda que "en los mares, el intercambio de calor se produce en superficie, por los vientos, y en profundidad, a través de la circulación termohalina, es decir a través de corrientes que se generan por las variaciones de densidad originadas por las diferencias de temperatura y de salinidad". Resumiendo, el nivel de salinidad de los océanos afecta directamente su densidad, y ésta "dispara" la circulación como una verdadera cinta transportadora (*conveyor belt*, en la jerga) de agua y energía, con las consiguientes implicancias climáticas y biológicas.

Por esa razón, Virna Meccia, que trabaja en temáticas relativas al frente fluvial del Plata en el Centro de Investigaciones del Mar y de la Atmósfera (CIMA), resalta la importancia de contar con registros regulares de salinidad en un área donde los datos son muy escasos, así como su potencial aplicación en el manejo de los recursos pesqueros.

Desde Miami, la doctora Silvia Garzoli, directora de la División de Oceanografía Física del Laboratorio Oceanográfico y Meteorológico del Atlántico e integrante del Equipo Internacional de Científicos de la Misión SAC-D, completa el panorama: "los resultados de ciertos modelos climáticos predicen un escenario futuro en el que el calentamiento global llevaría a una nueva era de hielo en el hemisferio norte. La salinidad es una de las mayores fuerzas motrices del sistema de corrientes. Así, la posibilidad de medir esta variable en forma global y continua en los océanos no sólo es un desafío fascinante sino una misión científica de enorme trascendencia para el estudio y la predicción del clima", concluye Garzoli. ■

*Profesora de Geografía, especializada en problemáticas ambientales.

Las mujeres y la ciencia

Carrera con obstáculos

por Cecilia Draghi cdraghi@bl.fcen.uba.ar

Fotos: Juan Pablo Vittori

Pese a que el tiempo pasa, ciertas características de nuestra sociedad se quedaron en el pasado. Al igual que en otros sectores, las mujeres no dejan de ganar presencia en el ámbito científico. Pero la distribución en la estructura de investigación sigue siendo muy despareja en relación con los hombres. El botón de la muestra: Christiane Pasqualini es la primera y única mujer en formar parte de la Academia de Medicina.



Un largo camino han recorrido las estudiantes universitarias en la Argentina. De ser ellas una excepción en las aulas a principios del 1900, hoy es habitual verlas llegar a la meta final de la graduación, del mismo modo que el varón. Pero, una vez conseguido el diploma, ¿qué sucede si eligen dedicarse a la investigación? Los primeros pasos de la carrera científica son dados en forma pareja por ambos sexos;

pero a medida que se asciende a las escalas superiores, pocas mujeres ocupan cargos de envergadura y decisión. “Mientras las mujeres constituyen alrededor del 40 por ciento del total de investigadores, un porcentaje muy bajo participa en las instancias de poder y evaluación”, destaca la socióloga María Elina Estébanez, del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior, a la vez que brinda algunos datos para graficar

este panorama. “El Conicet, una de las instituciones más representativas del país en esta área, muestra sólo un 12 por ciento de mujeres en la Junta de Calificación y Promoción, así como en las comisiones asesoras”, agrega. Ellas, en su mayoría, ocupan los segmentos más bajos dentro de la carrera de investigación –como adjuntos o asistentes–, y sólo el 9,6 por ciento alcanza el rango de investigador superior.

Lo primero es la familia

“Si bien entre 1994 y 2002 se duplicó la presencia femenina en los cargos más altos, aún no alcanza niveles significativos”, subraya Estébanez.

Siguen faltando mujeres en los primeros puestos. Una representante que llegó alto es Marta Rovira, titular del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) e investigadora principal del Conicet. “Estoy convencida de que la carrera de la mujer es más lenta: llegamos al mismo lugar que alcanzaron los hombres con más edad que ellos. Pero estimo que es resultado de una elección, si una desea dedicarle tiempo a los hijos y a la familia”, reflexiona.

Un punto clave a tener en cuenta es que la etapa fértil femenina coincide con el período profesional de alta exigencia.

No sólo más tiempo le lleva a la mujer hacer carrera, sino también concluir el doctorado, según una encuesta realizada por el Grupo Redes a 290 investigadores. El 20 por ciento de los varones consultados hizo el doctorado en cuatro años, en tanto sólo el 9 por ciento de las mujeres lo realizó en ese tiempo. Al 40 por ciento de ellas le llevó más de seis años.

Un punto clave a tener en cuenta es que la etapa fértil femenina coincide con el período profesional de alta exigencia. “Durante varios años de la primera fase de la carrera, tanto varones como mujeres deben demostrar cuánto valen. En estas instancias es muy notoria una baja en la producción, motivada, por ejemplo, por la maternidad”, señala la doctora en Física Silvina Ponce Dawson, quien resalta otro ítem dificultoso de sortear y clave para hacer carrera: el de los postgrados en el exterior. Aquí la encuesta mostró que mientras el 43 por ciento de los varones lo había efectuado, sólo el 27 de las mujeres



PROPUESTAS DISTINTAS

Cuando coinciden en encuentros internacionales, las mujeres no sólo hablan de ciencia, sino de los problemas compartidos en su profesión. Así se creó la Asociación Latinoamericana de Mujeres Astrónomas, que propone aumentar la edad máxima para acceder a becas, tomando en cuenta el atraso transitorio ocasionado por la maternidad, e instalar guarderías en lugares de trabajo.

Por otra parte, en Inglaterra existe un programa de reinserción. “Si uno estuvo fuera del ámbito científico por ser madre, puede presentarse en subsidios que permiten retomar el ritmo de la actividad. Es una segunda oportunidad”, relata la física Silvina Ponce Dawson.

lo había concluido. De éstas, un 56 por ciento lo efectuó en el extranjero. “Hacer una experiencia afuera –observa– es más fácil para el hombre casado que para la mujer en igual situación, a menos que la pareja comparta la misma carrera”. Quedarse en el país limita los contactos internacionales y es una de las barreras detectadas por la investigación de Redes en la carrera profesional de las mujeres, al igual que la coincidencia de la maternidad con la etapa de mayor productividad.

Fuera del centro

La imagen general que se tiene del investigador parece coincidir en la Argentina con el resto de América Latina, Estados Unidos, España y otros países europeos. “En Occidente, la imagen del científico típico es la de un varón de unos cincuenta años, calvo, con anteojos, en medio de un laboratorio lleno de frascos de vidrio con líquidos que explotan, según muestran diversas encuestas del imaginario popular sobre la ciencia”, describe Agustín Adúriz-Bravo del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC, UBA). ¿Qué lugar ocupa la mujer? “Se la ve como la ayudante en el laboratorio o la novia del científico. Y a veces como víctima de sus experimentos”, agrega.

En este sentido, el estudio de Redes dio a luz este panorama. “En el interior de los laboratorios se observa que, aun en disciplinas con una participación femenina alta –en el área de biotecnología, por ejemplo– es muy frecuente encontrar el siguiente cuadro: el director es varón, alrededor de la mitad de los jefes de grupo son mujeres, más del 60 por ciento de los investigadores son mujeres, más del 75 por ciento del personal de apoyo y prácticamente todo el personal administrativo suele ser femenino”. Esta asignación a la mujer de cargos de menor jerarquía o de naturaleza dependiente “incide en las posibilidades de publicación, que suele ser un factor de peso en las evaluaciones de la carrera científica”, destaca Estébanez.

Estos roles tienen historia, según detecta en astronomía Gloria Dubner, del IAFE e investigadora principal del Conicet. “En el Observatorio de la Universidad de Harvard, –historia– Edward Pickering, su director entre 1877 y 1919, contrató muchas mujeres porque eran ideales para realizar un trabajo tedioso, rutinario y muy meticuloso, mientras los hombres cumplían el rol creativo, y les

pagaba de un tercio a un cuarto del salario de un hombre”.

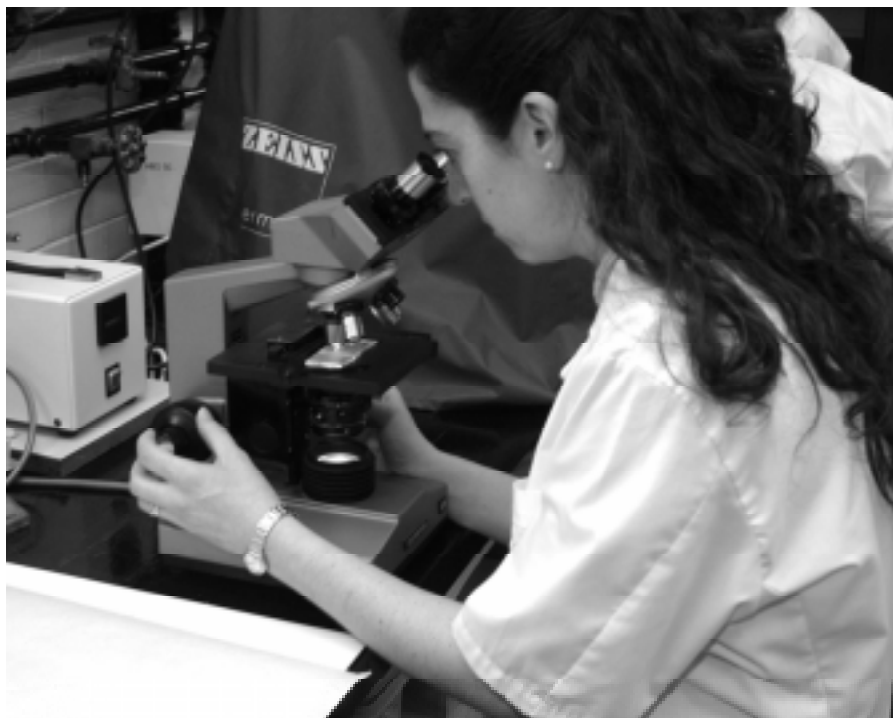
El sexo del dinero

El salario es una de las posibles razones que lleva a concentrar mujeres investigadoras en el sector público. “El estancamiento salarial del sector público expulsa (a empresas privadas) a personal científico masculino, más presionado a sostener el ingreso familiar”, indica el estudio, que detecta a más de la mitad de las investigadoras del país trabajando en universidades públicas. “El hombre se va a sitios mejor pagos, y la mujer toma lo que queda”, define Estébanez.

En las instancias de decisión y poder, la participación relativa de las mujeres sigue siendo menor. Incluso en áreas donde resultan mayoritarias.

Aquí también otra razón podría incidir. “La existencia de una mayor variedad de formas de incorporación laboral en el sector de Ciencia y Técnica atrae a las mujeres, más presionadas a compatibilizar su rol reproductivo con el productivo. Típicamente, la modalidad de tiempo parcial en las obligaciones laborales que se ofrece en las universidades nacionales puede ser una alternativa de interés para algunas mujeres”, indica.

Estas condiciones, sumadas al crecimiento de la matrícula femenina en la universidad desde la década del 60, condujeron posiblemente a mostrar hoy que alrededor de 4 investigadores de cada 10, y más de la mitad de los becarios son mujeres, según indica el trabajo. “Es una cifra alta –advierte Estébanez– si se la compara con otros países. Y aún dentro de la Argentina también lo es si se la relaciona con la población económicamente activa (PEA), de la cual el 33 por ciento, en todo el país, son mujeres. En tanto en ciencia, esta cifra asciende al 48 por ciento.



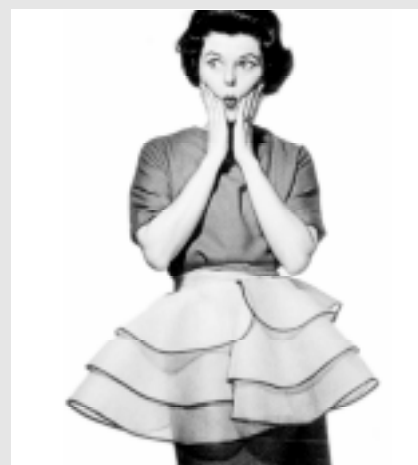
EL PROBLEMA DE LOS CUERPOS

Difícil elección: ¿convivir con la pareja o realizarse profesionalmente? “Estoy casada con un físico y siempre tratamos de organizar las cosas para estar juntos”, menciona la física Silvina Ponce Dawson desde la Ciudad Universitaria. Pero ahora esta posibilidad no fue factible. “Él, desde hace un año y medio, está en Estados Unidos, y lo fui a visitar con los chicos durante varios meses”, agrega. Su situación no es única. “En Estados Unidos es común entre los extranjeros que si los dos miembros de la pareja no consiguen trabajar en el mismo lugar académico, vivan separados. Incluso los hijos viajan un tiempo con uno u otro padre”, describe.

Este tema inquieta y, es más, en una reunión de físicas de todo el mundo se lo planteó como “el problema de los dos cuerpos” con el objetivo de crear conciencia para que las unidades académicas consideren a la familia del investigador.

Si bien compatibilizar carreras sigue

siendo un dilema, algunos le encontraron alguna vuelta. “En Estados Unidos hay una historia conocida de un matrimonio de físicos argentinos sin hijos. El consiguió un trabajo en Boston, y ella más al sur. Ellos tenían una casa rodante en un punto equidistante y allí se encontraban los fines de semana”, relata.



Si bien el futuro indicaría una mayor presencia femenina dado que hoy ocupan más de la mitad de los puestos como becarias, “en las instancias de decisión y poder del sistema de ciencia y tecnología no

se puede establecer un panorama tan optimista. Allí la menor participación relativa de mujeres, aun en áreas disciplinarias en donde resultan mayoritarias, sigue siendo bastante menor que la de sus colegas

CHRISTIANE DOSNE PASQUALINI, ÚNICA EN LA ACADEMIA

De impecable guardapolvo blanco, en su querido laboratorio de la Sección Leucemia Experimental del Instituto de Investigaciones Hematológicas, la doctora Christiane Dosne Pasqualini aguarda a la periodista de EXACTAMENTE. "Mi abuelo era investigador y mi nieto también lo es", resume, en apretada síntesis familiar, esta mujer nacida en Francia y que a los seis años fue llevada a Canadá. A pesar de contar con científicos entre sus antepasados, su madre por entonces le decía: "En vez de estar con las ratas de laboratorio, tendrías que tener un bebé en los brazos". A los 22 años, una beca la trajo a la Argentina.

"Llegué a Buenos Aires el 14 de julio de 1942. Houssay y Foglia me esperaban. Fui la primera becaria que tuvo el Instituto, y a los pocos meses se sumó Clotilde Soutomayo, desde Río de Janeiro", recuerda. -¿Al ser tan pocas, tuvieron problemas?

-Nunca sentí discriminación. Al contrario, Houssay me recibió como a una hija. Las que dicen que tuvieron problemas, será una cuestión personal. Creo que acá los hombres tienen fama de machistas, pero lo son de la boca para fuera. En el fondo ayudan a la mujer. Eso me pasó con mi marido cuando me ofreció matrimonio, acepté con la condición de que no trabara mi trabajo. El enseguida contestó: siempre que sea en la Argentina.

Ambos cumplieron las condiciones y formaron una prolífica familia. "Tuve cuatro embarazos y cinco bebés en cinco años. Como empecé con mellizas, cuando luego vinieron de a uno, me pareció muy fácil", dice con una sonrisa, sin olvidarse de la gran ayuda en la crianza de sus hijos de María, una gallega muy leal y corpulenta, así como de la colaboración per-

sonal de su suegro.

-¿Dividirse entre ser madre e investigadora fue un esfuerzo importante?

-Creo que es un tema de organización. Mi marido nunca me ayudó con nada en casa, era como mi padre. Volvía de su trabajo y se sentaba a leer el diario. Pero siempre apoyó mi carrera y no me trabó en nada, cumplió con su promesa.

Entre pañales de tela y mamaderas, siguió con su profesión, y en 1963 ingresó al Conicet. "Houssay, quien siempre me hablaba en francés, me dijo: «*Vous allez gagner une fortune*» (¡Va a ganar una fortuna!). Y efectivamente era mucho dinero. Pero el Conicet, al igual que el país, tuvo sus altibajos.

Un largo camino recorrido. Recientemente, en el 2003, fue nombrada investigadora emérita del Conicet, y desde 1991 integra la Academia Nacional de Medicina, siendo la primera mujer y hasta ahora la única en alcanzar ese sitio. "Trato de hacer entrar a otra, pero es muy difícil. Hay que darle tiempo al tiempo. Yo entré de académica a los 70 años. Actualmente son pocas mujeres de esa edad que han hecho una carrera. Seguro que dentro de 10 o 20 años habrá cada vez más".

-¿La mujer hace un gerenciamiento distinto del hombre?

-Sí, el hombre es más autoritario. La mujer en general es más flexible, es más obsesiva, más perfeccionista. Para publicar un trabajo tarda mucho más que el varón porque no le interesa tanto el número de publicaciones como la profundidad. El hombre hará tres trabajos del que la mujer haría uno solo. La mujer quiere ir al fondo de la cuestión, y está menos apurada por el tiempo. Un poco porque tiene su otra prioridad: su casa además de su trabajo.

varones", señala la investigación, al tiempo que concluye: "Sin duda, este problema concierne a la cultura paternalista y a diversas tradiciones prevalecientes en estas instituciones y, de un modo más general, en la sociedad argentina y en las for-

mas de socialización de las generaciones jóvenes. Que estas tendencias se modifiquen o no depende tanto de reglamentaciones políticas como de los procesos de concientización respecto de la existencia de barreras a una mayor equidad de género". ■



X Exactas va a la escuela: charlas gratuitas de divulgación científica y paneles de investigadores de la Facultad de Exactas en los colegios

X Programa de Experiencias Didácticas: prácticas en los laboratorios para alumnos secundarios

X Visitas y recorridas por los laboratorios de la Facultad

X Charlas sobre cada una de nuestras carreras

La Dirección de Orientación Vocacional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA organiza todas estas actividades pensadas para alumnos de los últimos años de los colegios secundarios.

Con distintas prácticas, todas ellas apuntan a difundir las carreras de ciencias entre quienes estén próximos a realizar su elección vocacional.

Para más información, los directivos de escuelas, los docentes o los alumnos pueden comunicarse con nosotros al 4576-3337 o por correo electrónico a dov@de.fcen.uba.ar

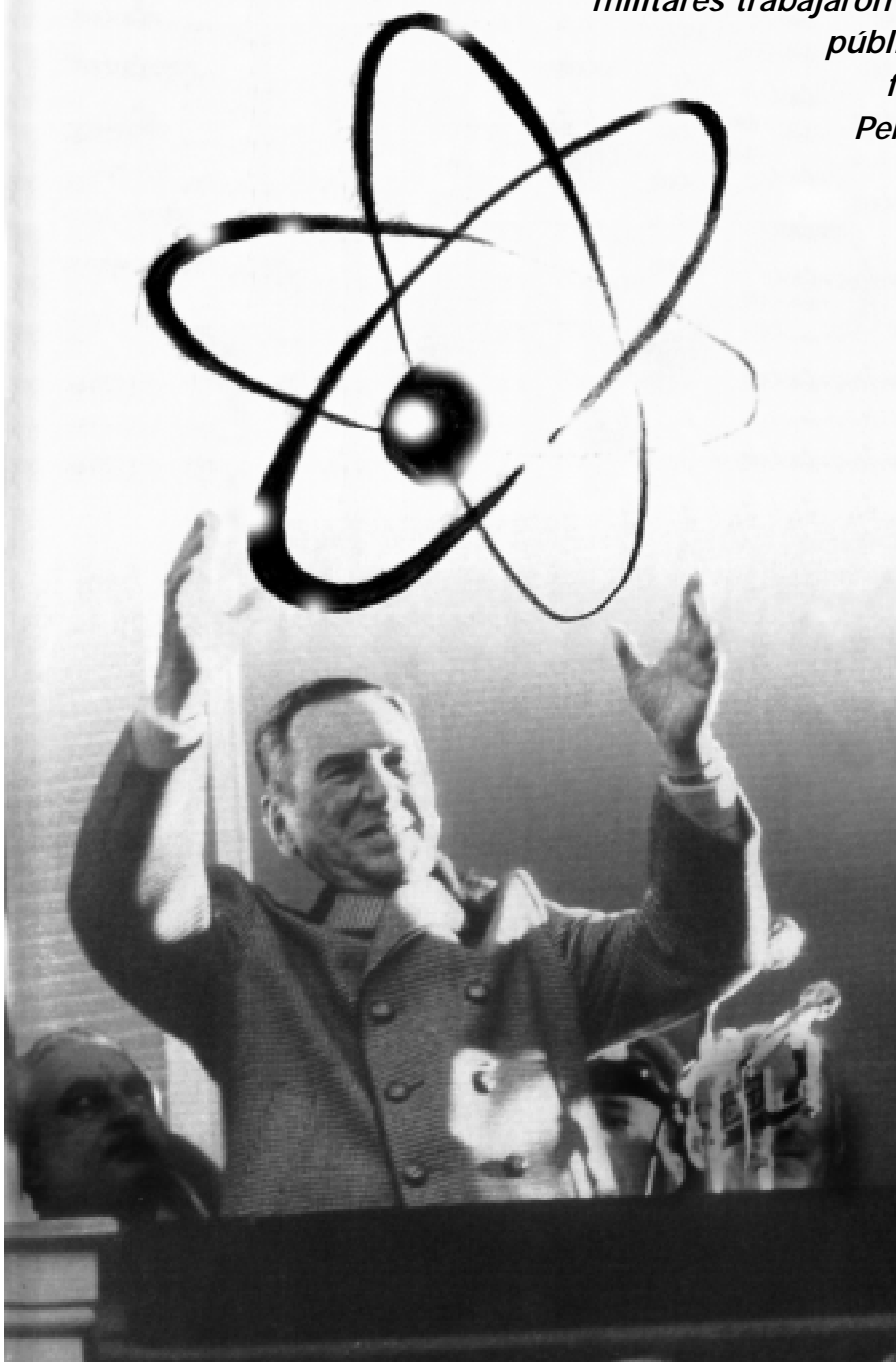
Proyecto Huemul

La quimera del átomo

por Guillermo Giménez de Castro

guigue@craam.mackenzie.br

El lago Nahuel Huapi fue el mudo testigo de una de las historias más caricaturescas de la ciencia y la política argentinas. De sus aguas surge la isla Huemul donde, en el mayor sigilo, un austríaco y un centenar de obreros y militares trabajaron durante años para presentar al público la revelación científica más fantástica del gobierno de Juan Perón: Argentina había logrado el dominio de la energía atómica.



La mañana otoñal del sábado 24 de marzo de 1951, el presidente Juan Domingo Perón junto a su esposa, Eva Duarte, y a un grupo de colaboradores de segundo rango, entre los que se destacaba un austríaco desconocido, anunció solemnemente que la Argentina había conseguido realizar con éxito reacciones termonucleares bajo condiciones de control en escala técnica. Los rumores que ya circulaban por la prensa no le quitaron espectacularidad al anuncio. Desde un punto de vista geopolítico, no podía llegar en mejor momento. Argentina podría ingresar de esa manera al selecto Club Nuclear, constituido apenas por la Unión Soviética, los Estados Unidos y Gran Bretaña, y reafirmar así su independencia.

La combustión nuclear es la forma conocida más eficiente de generar energía. Su base teórica es la centenaria relación einsteniana $E=mc^2$. Existen dos tipos de reacciones que ocurren espontáneamente en el núcleo de un átomo: su división en partes menores, denominada fisión, y su unión con otros núcleos, o fusión. La diferencia entre ambas formas es más que retórica. La fisión ocurre espontáneamente a temperatura y presión am-



Lago Nahuel Huapi, testigo mudo de la saga atómica.

bientes. Algunos núcleos atómicos tienen mayor probabilidad de fisión que otros, por ejemplo el uranio 235 (U^{235}). La propia fisión libera partículas que ayudan a crear nuevas fisiones. Surge entonces el concepto de la reacción en cadena que puede mantener el proceso sosteniblemente. La fusión también es espontánea, pero a temperaturas de decenas de millones de grados. Debido a este hecho, a reacción es también llamada termonuclear. La formidable energía de las estrellas, por ejemplo, es producida en los hornos infernales alojados en su núcleo más central.

La enorme ventaja de la fusión es que su materia prima es el hidrógeno, el elemento más abundante del Universo. Además, su alta tasa de conversión de materia a energía la convertiría en una fuente casi inagotable de recursos.

La utilización de la energía atómica con fines pacíficos comenzó en la década del 50. La Unión Soviética fue el primer país en contar con un reactor nuclear de generación eléctrica comercial que funcionara por medio de fisión. Por el contrario, la fusión para obtener energía está pendiente. Programas de miles de millones de dólares en los últimos 40 años no han logrado concluir nunca en un proyecto comercialmente viable. Y aún más, ni siquiera se especula cuándo llegará el momento.

El desconocido alemán

Ronald Richter nació en 1909 en la ciudad de Falkenau, en aquella época perteneciente a Austria y hoy en día parte de la República Checa. Estudió Física en la ciudad de Praga donde se graduó en 1935. Posteriormente, vagabundó por Europa, trabajando en Alemania, Inglaterra y Francia. Durante su estadía en Londres, después de la Segunda Guerra Mundial, conoció al diseñador de aviones de caza de la Foke-Wulf, Kurt Tank, quien había tenido una actuación importante en la creación de la Fuerza Aérea Argentina y fue el constructor del primer jet caza nacional: el IAe-Pulki. El contacto de Tank con Richter fue determinante, y así el ingeniero de aviación lo recomendó efusivamente ante el presidente Perón. Richter tenía planes de construcción de reactores nucleares de fusión, lo cual era muy tentador: quien poseyera esta tecnología estaría adelantado por décadas a los demás países. A Perón le gustó la idea, convocó a Richter y después de una charla con él, sin más asesores que otros militares, decidió que el proyecto era viable y contaría con todo su respaldo, más un presupuesto generoso de la Nación.

Así nació, en 1948, el proyecto de construcción de un reactor de fusión en nuestro país. En un primer momento se previó su ubicación en Villa del Lago, en las sie-

rras cordobesas. Pero un incendio, que Richter atribuyó a un sabotaje, llevó a buscar un lugar más discreto. Sobrevolando el país, llegaron hasta el idílico lago Nahuel Huapi, en el límite entre las provincias de Río Negro y Neuquén. Richter quedó alucinado con su belleza, y allí buscó el lugar más escondido: una isla, la Huemul. Para aquel proyecto todo era aceptado: Richter era un niño mimado del presidente de la Nación, quien llegó a redactar una resolución (de dudosa legalidad) declarándolo “mi único representante en la isla Huemul, donde ejercerá por delegación mi misma autoridad”.

Richter hablaba con convicción y hasta con claridad para el lego. Explicaba pacientemente que crearía un sol en miniatura.

Richter tenía todas las características que esperamos de un genio. Sumido en largos silencios se sometía posteriormente a tempestades de actividad. Era de origen germano, lo que le daba un aura de seriedad científica. Hablaba con convicción y hasta con claridad para el lego. A quien escuchaba su proyecto, le explicaba pacientemente que crearía un sol en miniatura. Utilizaba también argumentos económicos: la construcción de un reactor nuclear basado en uranio enriquecido costaría varios miles de millones de dólares. Según él, su reactor a fusión sería muy barato. Y así, en marzo de 1951, se llevó a cabo el pomposo anuncio que cubrió los titulares de los diarios locales. Mientras el oficialista Democracia anunciaba a cinco columnas: “Sensacional Anuncio de Perón: la Argentina ha logrado el dominio de la Energía Atómica”, el conservador La Nación titulaba estoicamente: “El presidente de la Nación expuso los trabajos sobre la energía atómica”.

Una fusión demasiado lejana

¿Cuál era el sustento teórico de Ronald Richter? El creía que podría lograr la fusión a temperaturas muy inferiores a los 40 millones de grados, pero nunca explicó el porqué de sus ideas ya que jamás publicó un trabajo científico. La realidad es que la temperatura de fusión es de 150 millones de grados; ahora, si conseguimos calentar un gas a 40 millones, nos aseguramos que un uno por ciento de sus partículas estarán a temperatura de fusión y así el proceso podrá autosustentarse.

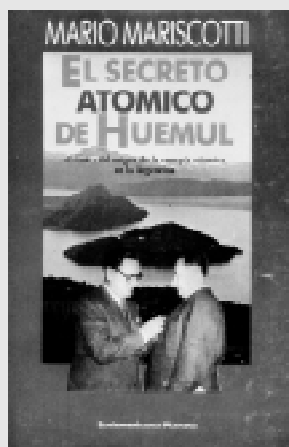
Si bien nunca lo escribió negro sobre blanco, la técnica de calentamiento que usaba Richter (descargas eléctricas y un bombeo sónico) no conseguía calentar un gas a más que 100.000 grados. La proporción de núcleos con energía suficiente para fusionar sería, por lo tanto, tan pequeña que jamás acontecería.

Sin embargo, el extravagante sabio austríaco que dilapidaba fortunas en equipos de última generación, concluyó de alguna forma que había logrado la fusión. Su evidencia eran unos contadores de partículas radiactivas Geiger que comenzaban a chillar en cuanto las descargas eléctricas eran producidas en el gas. Su segunda evidencia fue un espectro del gas ionizado. Ambas evidencias eran falsas.

El fin de la mentira

Aquel 24 de marzo de 1951, Perón, sin saberlo, estaba anunciando al mundo una falacia gestada en el mayor sigilo y con gran dispendio por un charlatán. La comunidad científica argentina, mientras tanto, permanecía completamente afuera de todos estos hechos. El país no era novato en la ciencias, baste decir que en 1947 Bernardo Houssay había recibido un Premio Nobel. La tradición de investigación en física tenía décadas también. Incluso, mientras se desarrollaba el Proyecto Huemul, el gobierno creó la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y en la que estaban siendo contratados científicos argentinos jóvenes, impulsivos y,

EL LIBRO DEL SECRETO



La historia del proyecto frustrado de Richter y Perón fue convertida en libro por Mario Mariscotti en 1985. Actualmente agotado, "El secreto atómico de Huemul" fue publicado en 1985 por Editorial Sudamericana-Planeta y es más que un clásico en la materia. Aunque nunca fue reeditado ni vuelto a imprimir, el lugar ideal para dar con él es Bariloche, donde aún se conservan ejemplares. Sólo hace falta preguntar por ahí.

principalmente, de sólida formación científica. Pero la academia era mayoritariamente "contrera", por eso Perón tomó todas sus decisiones en total aislamiento.

El Estado había invertido millones y había dado su apoyo político único a una quimera.

Con el transcurso de los meses, los dislates y la manía persecutoria de Richter comenzaron a exasperar al gobierno. No pocas veces ordenó destruir costosísimas construcciones por encontrar mínimos defectos, y ahora comenzaba a insinuar que el edificio de la isla no era adecuado y quería mudarlo al desierto. El propio Perón, que había puesto su mayor entusiasmo, tuvo que aceptar la situación y, poco más de un año después del grandioso anuncio, formó una comisión asesora formada por cinco científicos y 20 legisladores que realizó una inspección en la isla en septiembre de 1952. Entre otras cuestiones, la comisión

constató que los detectores Geiger estaban mal instalados y respondían a las ondas de radio generadas por los chispazos utilizados para calentar el gas. Los miembros llevaron sus propios instrumentos y estos no detectaron radiactividad alguna.

Por otra parte, Richter había interpretado erróneamente el corrimiento de las líneas espectrales del gas, atribuyéndoselo a un aumento de temperatura, cuando la teoría física enseña que si la temperatura aumenta, las líneas deben ensancharse. Un error tan trivial descalificaría hasta a un alumno de Física.

El informe lapidario presentado a Perón fue respondido por Richter. Pero la comisión continuó considerando que no aportaba elementos nuevos. Richter tuvo aún otra chance: una segunda comisión fue constituida, leyó todos los dictámenes y posteriormente se entrevistó con el "genio". Su informe fue la sentencia final: Richter era un papanatas. El Estado había invertido millones y había dado un apoyo político único a una quimera. A fines de noviembre de 1952, Richter era despedido, y con él terminaba el Proyecto Huemul.

Pero por suerte no todo fue pérdida. Los carísimos equipos de última tecnología sirvieron para equipar el Instituto de Física de Bariloche creado por José Balseiro, y que hoy recibe su nombre. La propia existencia de la CNEA, uno de los centros de excelencia en investigación y desarrollo, se debe a este singular episodio. El programa norteamericano de fusión nuclear pacífica fue alentado también por el espectacular anuncio argentino de 1951.

Richter, después de tentar suerte en otros países, retornó a la Argentina, donde falleció el 25 de septiembre de 1991. La singularidad del personaje motivó la creación de una ópera, Richter, de Esteban Buch y Mario Lorenzo estrenada en 2003. Los reactores de fusión nuclear controlada son aún una promesa. ■

*Investigador del Centro de Radio Astronomía y Astrofísica Mackenzie, Universidad Presbiteriana Mackenzie, San Pablo, Brasil.



UBA: encrucijadas

revista de la universidad de buenos aires

SALUDA A EXACTAMENTE POR 10 AÑOS DE DIFUSIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

sumario (edición N° 29 . diciembre 04)

SIDA por Analía Kornblit

Literatura Infantil por Nora Lía Sormani

Malnutrición Infantil (I) por Adrián Díaz

Malnutricion Infantil (II) por María Elena Torresani

Cine y Literatura por Sergio Wolf

El lugar de los Sindicatos por Martín Armelino

El terremoto del último 7 de setiembre por Andrés Folguera y
otros

La necesidad de alegar en las negociaciones. Los ilícitos que
dieron origen a la deuda externa por Miguel Espeche Gil

Entre lobos y delfines: mamíferos del mar por Humberto Luis
Cappozzo

Dossier: ¿Qué se investiga actualmente en la UBA?

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES



Diego Golombek

El hombre *orquesta*

por Armando Doria

mando@de.fcen.uba.ar

Fotos: Juan Pablo Vittori

Hace más de un año tiene pantalla en el programa "Científicos industria argentina", donde representa al personaje de "cocinero científico". Pero, más allá de la tele, Diego Golombek es un investigador joven especializado en relojes biológicos que puso a la divulgación científica en el mismo plano que el resto de su carrera. Y no para de trabajar.



Lo mejor para las notas sobre personajes polifacéticos es comenzar con una enumeración sin nombrar al susodicho para generar curiosidad. Algo así: es biólogo, investigador especializado en cronobiología, aparece vestido de cocinero en el programa "Científicos industria argentina", escribe divulgación científica, es profesor, edita colecciones de ciencia, escribe y publica literatura, dirige cursos de ciencia en el Centro Cultural Ricardo Rojas, es funcionario universitario. Seguimos. Tiene un hijo de meses, una gata, una casa muy linda, discos que escucha, muchos

libros que lee, muchos amigos. Incluso, si se pretendiera engrosar el efecto con un dato forzado, podría sumarse que es especialista en el británico juego de cricket. Quien sólo tenga un gato y esté molesto por los minutos diarios que debe dedicarle al animalito, imagínese si su vida estuviese ocupada por el resto de los elementos de la lista. Bueno, Diego Golombek se ocupa de todo eso, desde la cronobiología hasta sus amigos, con fervor parejo y muy buenos resultados. En términos de mi abuela, se lo podría definir como "el hombre orquesta".

Pero más allá de la cuestión del gato, la muy linda casa y todo eso, lo más concreto es que la vida profesional de Golombek está repartida entre la investigación científica y la divulgación de la ciencia, una combinación que casi no tiene representantes locales y bastante pocos internacionales. La escasez tendrá que ver con que la buena investigación lleva muchas horas diarias y ocupa gran parte de la concentración. Y que la divulgación a gran escala (revistas, diarios, tele, talleres... todo a coro) también come tiempo y cerebro. Entoces, se preguntará usted, ¿cuál es el secreto de Golombek?

-Tenés una vida profesional muy surtida. ¿Cómo lográs compatibilizar todas tus actividades?

-Porque están dentro del mismo eje. Las veo como aristas del mismo proyecto.

-¿Y cuál es el proyecto?

-Hacer ciencia, estar en el laboratorio, dirigir a mis becarios. Lo que pasa es que, en principio, no concibo la investigación sin la difusión popular de la investigación. Incluso a veces me voy un poco de mambo y hago demasiado de esto y menos de lo otro, y así me voy bandeando entre todas las actividades. Me encanta lo que hago y lo veo dentro de un gran proyecto, que dentro de muchos años veré si es coherente o no.

Más allá de las evaluaciones futuras, y en miras a la actualidad, Golombek no comparte mi consideración sobre la escasez de científicos divulgadores. Dice: “La escuela tradicional, generada a partir de Houssay y Leloir, consideraba la tarea de la divulgación como una verdadera pérdida de tiempo; y es más, aconsejó a sus discípulos, con todo éxito, que actuaran de la misma manera. Las nuevas generaciones opinan todo lo contrario; son muy buenos como científicos, son muy rigurosos, pero le dan cabida a esto de contar lo que hacen en otro tipo de formato. Una especie de lógica impositiva: si hacemos ciencia pública, se paga con los impuestos, lo menos que podemos hacer es contarlo. Cada uno lo hace de la manera que puede, a algunos les gusta escribir, otros aceptan estar en notas de tele, que antes no aceptaban, y eso es un cambio grande”.

Sin embargo, yo insisto con que los científicos que se dedican a divulgar todavía son muy pocos en relación con el total. Y pregunto como muestra:

-¿No te sentís mirado por tus pares como bicho raro?

-Sí. No sólo me miran como bicho raro sino que mis múltiples actividades van un poco en desmedro de las evaluaciones. Hay una cuestión concreta: la divulgación no tiene validez en las evaluaciones. Si lo querés poner en números, vale 20 puntos sobre 1000, tomando en cuenta la última evaluación de Programa Nacional de Incentivos.



-Eso no parece ser del todo justo...

-Yo no lo discuto, es un criterio posible. Para muchos científicos, dedicarle tiempo a hacer divulgación es sacar los pies del plato, y eso yo lo veo claramente en mis propias evaluaciones de la Agencia o del Conicet, donde me felicitan al respecto, pero si lo lees atentamente es una especie de “bueno, de esto hace mucho, pero de lo otro qué hace”.

-Y eso te parece mal.

-Ellos me tienen que juzgar como científico y no como divulgador. El impacto de mis publicaciones no es altísimo, y por eso pago un precio. Creo que en mi laboratorio estamos bien, estoy muy contento porque tengo estudiantes fantásticos, pero no estoy publicando en revistas como Cell o Nature.

-¿Qué falta para que puedas publicar en las revistas top?

-Son varias las razones. No tengo la guita necesaria, la línea de trabajo del laboratorio que dirijo no es la más top que hay, y también porque no me dedico ciento por ciento. No sé en qué porcentaje me dedico, pero puede ser que si yo me dedicara de lleno al laboratorio consiguiera más guita, otro tipo de publicaciones, y eso te lo hacen ver en los congresos.

-¡Pero quién te quita lo bailado!

-Claro, es eso.

Antes de continuar, creo importante aclarar que, a la vista, Diego Golombek no da *el fisque du rol* de un hiperquinético o un adicto al trabajo, más bien todo lo contrario: charlamos tranquilos mientras tomamos té y mece a su hijo para hacerlo dormir la siesta matutina correspondiente. De todas maneras, el año pasado sumó la gestión institucional a su lista de actividades. La Universidad Nacional de Quilmes, donde se encuentra su laboratorio, sufrió una crisis política que la dejó sin cabeza. “¿Te acordás del ´ que se

vayan todos ¿? Bueno, en Quilmes se fueron todos”, introduce Golombek haciendo memoria de aquel impresionante y efímero cacerolazo del 2001. La cuestión es que fue necesario armar con urgencia un gobierno de transición que se extendería por un año y algunos meses. A cargo del rectorado quedó el científico Mario Hermácora, quien convocó a Golombek –novel en cargos de gestión– como secretario. “Yo, obviamente, le dije que no. Estaba a full en el laboratorio, con mi hijo cerca de nacer... Hermácora se rió y a la semana me encontré como secretario de Posgrado. Finalmente, te puedo decir que la experiencia fue buena. Ahora, parte de la próxima pesada herencia la voy a dejar yo”, dice riéndose. Pero Golombek no deja de extrañar la investigación y habla hasta con nostalgia: “El laboratorio está medio en piloto automático y guiado por mis estudiantes de doctorado. Yo voy todos los días, hablo con los pibes... pero tengo unas ganas locas de volver”.

-¿No más gestión por ahora?

-Podría empezar una carrera de gestión pero prefiero tomarme un respiro y volver al llano. Además, ahora te digo que no porque



Ritmo de pingüinos



“Después de recibirme me fui a la Antártida a estudiar los ritmos circadianos de los copepos, que son unos invertebrados. La idea era estudiar ritmos en la Antártida, un lugar en el que para saber si es de día o de noche dependés de tu reloj interno. Pero falló el aparato que teníamos que usar y tuvimos que olvidar a los copepos. Finalmente, teníamos la posibilidad de estudiar otros bichos autóctonos o al personal de base, que nos despertaba todos los días a las cinco de la mañana con la marcha de San Lorenzo. Ante estas dos opciones, elegimos a los más humanos, que resultaron ser los pingüinos, y el laburo salió muy bien.

fue un año muy duro. Me parece que acá se aplica un poco el criterio de los sabios de la tribu: los de mediana edad, o más jóvenes, tenemos que colaborar con la gestión y darle dinamismo; y, al mismo tiempo, ese rol de gestión es el ideal para tipos que ya tienen una carrera hecha. Ahora, tampoco es para cualquier sabio. Me parece un desperdicio que gente super capaz, de gran nivel científico, sacrifique años vitales de su carrera en la gestión. Y con esto no quiero decir que la gestión sea algo menor, sino que puede funcionar muy bien con gente de experiencia, inteligente también y ya un poco al costado de la vida de investigador; como pasa en Brasil. En lo que respecta a mi experiencia, me sirvió conocer la realidad del otro lado del mostrador, pero siento que este es mi momento para hacer ciencia.

Entonces, Golombek promete volver de lleno el año que viene a la investigación y ponerle más fichas a la divulgación, otra cara más del mostrador y, para muchos, un hueso duro de roer. En general, cuando un científico se dedica a divulgar se encuentra con trabas que dificultan la comunicación con el público. La primera es ese endiablado vehículo llamado escritura. Escribir parece sencillo porque uno lo hace desde que es así de chiquitito, y no deja de hacerlo día a día. Pero no hay peor alimaña que la que parece dócil. A ver... anoten: por más capaz e inteligente que sea uno, debe hacer la tarea para poder dedicarse a escribir, y si así lo hace –y no tiene ninguna delección en el gen de la claridad expositiva– avanzará por la senda de la comunicación. En este sentido, Diego Golombek corre con ventajas porque viene ha-

ciendo la tarea desde las inferiores del periodismo. “Yo empecé a trabajar en los medios gráficos antes de ingresar a la Facultad de Exactas”, recuerda (y acá viene aquello del cricket, que me resulta tan simpático). “Contesté un aviso del Buenos Aires Herald en el que pedían periodistas deportivos. Me tomaron, ¡y empecé a cubrir cricket!”

-¿Me estás hablando de ese deporte que se juega con palos y hay que hacer pasear una bola de madera por un recorrido de arquitos?

-Sí. Y descubrí que cada partida dura dos días, paran para almorzar, para tomar el té, un embole de aquellos, una cosa muy rara. Estuve muchos años en el Herald y la pasé bárbara. La verdad es que me sirvió mucho escribir, sobre todo al comienzo de Biología, porque no me convenía demasiado la parte inicial y descriptiva de la carrera, pero después encontré la veta, entendí por qué estaba ahí, y empezó más un interés por la investigación.

-¿Siempre mantuviste presencia en los medios gráficos?

-Publiqué en el suplemento “Futuro” de Página 12 desde la mitad de mi carrera y durante casi todo mi doctorado. También hice el curso de divulgación científica en la Fundación Campomar. Después colaboré con varios medios. En un momento escribía para Página 12 y Daniel Arias, que es lo más en periodismo científico, me invitó a ir al diario Perfil, que recién salía. Eso fue una aventura fantástica porque era la primera vez que había un diario gordísimo y con una doble página diaria de ciencia y técnica. Y había que llenar eso... Ahora estoy colaborando esporádicamente con TXT, con Ciencia Hoy y tenía una columna en la revista Viva de Clarín, pero fui reemplazado por Valeria Mazza.

-¿Qué ventajas le sacás al hecho de hacer divulgación siendo científico?

-Creo que tengo una situación muy privilegiada. Cuando voy a hacer una nota con algún científico para el programa de tele, o para donde fuera, es genial poder abordarla desde la perspectiva del par. El periodista sabe mucho más de periodismo que yo, pero muchas veces lo mira con otros ojos al científico: la pared de respeto que los periodistas ponen para con el científico hace que algunas cosas no salgan. También está muy bueno que la credibilidad que pueda tener como divulgador se base en que sigo haciendo ciencia, trabajando en el laboratorio.

-Ese halo que le regala el periodista al científico, al científico le encanta. Y todos estamos muy cómodos así: el periodista como heraldo de la palabra de salvación y el científico sintiéndose salvador.

-Pero hay que romper con eso para que la cosa sea más interesante y más real. La ciencia no está en otro plano. La ciencia es una parte más de la cultura y debe ser tratada como tal por los periodistas. La palabra misma divulgación, bajar al vulgo, a los

científicos les encanta: eso de bajar el fuego sagrado y entregárselo a los mortales por un ratito. ¡Minga, no es así! Los científicos son tipos con una gran formación, que se pasaron muchos años estudiando algo, pero no están arriba del mundo, están en un rol que ayuda muchísimo, pero que debiera ayudar más, y el periodismo tendría un poco que jugar con eso. Vos ves los títulos de los diarios, sobre todo, y en las notas son los salvadores de la patria.

-También... nos toca vivir un tiempo en que la ciencia está muy ligada al poder...

-Justamente, los aspectos mediáticos de la ciencia son aquellos que están muy ligados a aspectos económicos poderosos. Y es cierto que se mira con otros ojos a los científicos que producen cuestiones básicas en sus laboratorios, no asociadas al poder económico.

Cuando voy a hacer una nota con algún científico es genial poder abordarla desde la perspectiva del par. El periodista sabe mucho más de periodismo que yo, pero muchas veces lo mira al científico con otros ojos, con una pared de respeto en el medio.

Diego Golombek desde hace un tiempo viene juntando fama como columnista de un programa periodístico televisivo que está lejos de esos “aspectos mediáticos”. El aparece cada semana vestido de cocinero en “Científicos industria argentina”, el programa que conduce Adrián Paenza en Canal 7, y se aplica en demostrar cómo en cualquier cocina suceden todo el tiempo fenómenos similares a los que se realizan en los laboratorios. “Científicos...” es un programa inédito para la televisión argentina, hecho por una conjunción de periodistas y científicos, y donde la ciencia y la investigación son tratadas con oportuno sentido de la realidad y enarbolando la bandera de la universidad pública y la excelencia científica.

-¿Cómo llegaste a la tele?

-Fue de pura casualidad. Le mandé un mail al productor por otro tema y enseguida me llamó. No lo conocía a Adrián Paenza más que de nombre. Yo iba con muchos prejuicios al mundo de la tele. Me parecía un mundo super mezquino, en el que te pisaban y la competencia era feroz. Pero el programa está lejos de esa realidad, y en esto mucho tiene que ver el productor y mucho tiene que ver Adrián.

-Y mucho tendrá que ver que salga por Canal 7.

-Seguro. Pero eso está bueno. Se lleva un tape al canal y ellos lo pasan, no es que se meten adentro del programa. Pagás el costo de que la pauta publicitaria es baja, pero es parte del asunto. Es raro que haya un programa de tele asesorado por científicos y que el conductor del programa sea un científico orgulloso de serlo. No es que Adrián sea un científico renegado que se dedicó

a relatar partidos de básquet; él, cuando va a un hotel y se registra, no sé qué pone, pero yo apuesto que pone matemático.

-¿Reciben apoyo de sus colegas científicos?

-Como se vio que la cosa era seria, tenemos a la mayoría de los científicos –yo no te diría todos– de nuestro bando. Al principio yo no sé como era caerle en su laboratorio a un tipo para hacerle una nota, pero ahora los científicos nos llaman a nosotros, les gusta estar en el programa.

Dentro del mundo de las letras de molde, Golombek también practica la edición de libros de divulgación. Tiene a su cargo la colección “Ciencia que ladra...”, que publica en forma conjunta Siglo XXI y la Universidad Nacional de Quilmes. El primer título de la colección fue “El cocinero científico” (le suena, estimado lector), con autoría del mismísimo Golomek y Pablo Schwarzbaum.

-Da la impresión que en estos momentos le estás dedicando más tiempo a la edición que a la producción de textos.

-Sí, sobre todo le estoy dedicando mucho a la colección “Ciencia que ladra...”. Y la verdad es que estoy contentísimo. Los autores son buenísimos. Y lo mismo que la editorial: le da mucha bola a los libros; los hace lindos, los difunde mucho. Ya alcanzamos 12 títulos, y dentro de esa colección hay un libro mío con Pablo Schwarzbaum que agotó dos ediciones, va a salir una tercera, y también se va a publicar en el exterior.

-¿Vos no escribís más para la colección?

-Estoy preparando uno para el año que viene sobre sexo, que se llama “Sexo, drogas y biología” y que habla sobre las explicaciones biológicas del sexo. Sobre el tema hay cosas fantásticas escritas, pero casi todo está en inglés.

-Ahora que estás adentro, ¿cómo ves el mercado editorial de la divulgación científica?

-Hay un enorme cambio tanto de la oferta como de la demanda. Por un lado, comienzan a aparecer algunas cosas que antes no había. Antes teníamos la colección de ciencia de la editorial Colihue, con relativa poca difusión, y traducciones de los grandes divulgadores. Ahora aparece la colección “Ciencia que ladra...”; la de ciencia para chicos de ediciones iamiqué, que es una belleza; hay más secciones de ciencia en las revistas, la página de ciencia de La Nación, que se lee mucho; revistas como la EXACTAmente y Ciencia Hoy están establecidas. Y por otro lado, hay lectores. La gente quiere que le presenten la ciencia en un formato riguroso pero entretenido. En algún momento, en los ministerios de educación a alguien se le va a correr el coágulo y va a decir: está bueno que todo esto le llegue a los pibes, y mandarán libros a las bibliotecas o a las escuelas.



El camino de Golombek está marcado por la ciencia, no hay dudas, pero existe una arista que parece desprenderse totalmente. La primera vez que oí acerca de él, hace ya muchos años, fue de boca de un becario suyo que me comentó, entusiasta, que su jefe escribía unos cuentos buenísimos. La cuestión es que Golombek ya tiene dos libros en la calle, uno de relatos y otro –recientemente publicado por Sudamericana– con forma de *nouvelle* de género policial acerca de la misteriosa muerte de Mariano Moreno.

-¿Encontrás la relación de la literatura con ciencia? ¿O se te escapa del eje que te permite articular tus múltiples actividades?

-Cuando superé las materias más descriptivas de la carrera y supe que podía estudiar el tiempo desde la Biología, ahí hice un clic y vi todas las cosas que podían converger. Todo fue más claro, me dije que podía despanzurrar ratas y extirparles el cerebro pero estar pensando dónde está el tiempo ahí adentro y a la vez pensar en una cita de Marcelino Cereijido. Lo que me interesó fue tener un marco que me permitiera pensar en Cereijido, o en San Agustín o en Cortázar. Para dar un ejemplo que me toca de cerca, cualquiera de nosotros para poner en hora un reloj usa los ojos, y el reloj biológico “se pone en hora” porque le llega luz. Bueno, hay una cita de Cortázar que yo siempre repito: “El tiempo entra por lo ojos, eso lo sabe cualquiera”. Bueno, eso es literatura aplicada. ■

Tenemos un objetivo en común **poner la ciencia al alcance de todos**

Saludamos a **EXACTAMENTE**
por sus **diez años** de acercarnos
las novedades científicas.

CIENCIAHOY

vol. 14

Nº 79

- Centro paleontológico Lago Barreales. Yacimiento de dinosaurios en la Patagonia
- El retorno de la fagoterapia. Alternativa para el tratamiento de algunas enfermedades infecciosas
- Bioherbicidas. Una alternativa en el manejo de malezas en sistemas agrícolas sustentables
- Azúcar, pimienta y sal. La estructura interna de los materiales granulares.
- Genes, estrés y depresión
- Reproducción vs. longevidad. ¿Es aplicable esta disyuntiva al ser humano?
- Neutrinos solares. ¿Por qué brillan las estrellas?
- ¿Puede ser útil la contaminación radiactiva?

Nº 80

- Los avatares del H₂O. O el retorno de una quimera
- ¿Qué es la teoría M?
- En busca de la tierra sin mal. El poblamiento de la cuenca del Plata por los guaraníes prehistóricos.
- Los desafíos del proteoma
- Determinación de la secuencia de aminoácidos de proteínas y de péptidos
- Captura y esquila de vicuñas en Cieneguillas
- La división de poderes en los orígenes de la política argentina

Nº 81

- Desde los Andes en la Argentina. Observaciones de la corona solar
- ¿Qué es el estuario de Bahía Blanca?
- La diversidad indígena americana. Nuevos estudios craneanos
- Las inmunoglobulinas de camélidos. Un nuevo concepto en la estructura de anticuerpos
- Cuando el éxito tiene sabor amargo. Aislamiento y síntesis de la quinina
- Guía del cielo nocturno. Julio-diciembre 2004
- Un poquito de veneno estimula y siente bien

Nº 82

- El impacto del Plata sobre el océano Atlántico
- Hormigón armado. La corrosión ataca desde adentro
- Triquinosis
- Una aventura científica acontecida hace cien años. La expedición Bruce a la Antártida
- En busca del gen del tiempo perdido
- Microsatélites y la expansión de los seres humanos modernos
- La primera medición de la velocidad de la luz por Ole Römer
- Peces y ambientes en la Antártida continental



Nº 84 | diciembre-enero

Nº 83

- El espermatozoide también tiene su historia...
- Cultivos genéticamente modificados ¿Preocuparse u ocuparse?
- De alto rendimiento. Cementos en la industria petrolera
- Las acuaporinas y los movimientos de agua en los seres vivos
- Las Selvas Pedemontanas de las Yungas. En el umbral de la extinción
- Buscando blancos terapéuticos para las enfermedades neurodegenerativas
- El artículo de Friedrich Wöhler. 'Sobre la producción artificial de la urea'
- La nueva retoma argentina de Darwin
- Matemáticas y juegos de azar

Nº 84

- Nanotecnología o las técnicas de lo pequeño:
 - Confinamiento cuántico. La física de alambres moleculares, átomos artificiales y cavidades nanoscópicas
 - Conducción electrónica en sistemas nanoscópicos. Transportando electrones en circuitos de escala molecular
 - Arquitectura a escala nanoscópica
- Consideraciones acerca del trasplante neuronal
- Los premios Nobel 2004
- Guía del cielo nocturno

Para obtener mayor información o suscribirse a CIENCIA HOY:

Av. Corrientes 2835, cuerpo A, 5º A, (C1193AAA) Ciudad de Buenos Aires // Tel / Fax: (011) 4961-1824 4962-1330

E-mail: rvcihoy@criba.edu.ar // Web: <http://www.ciencia-hoy.retina.ar>

La divulgación científica

Espiando *el futuro*

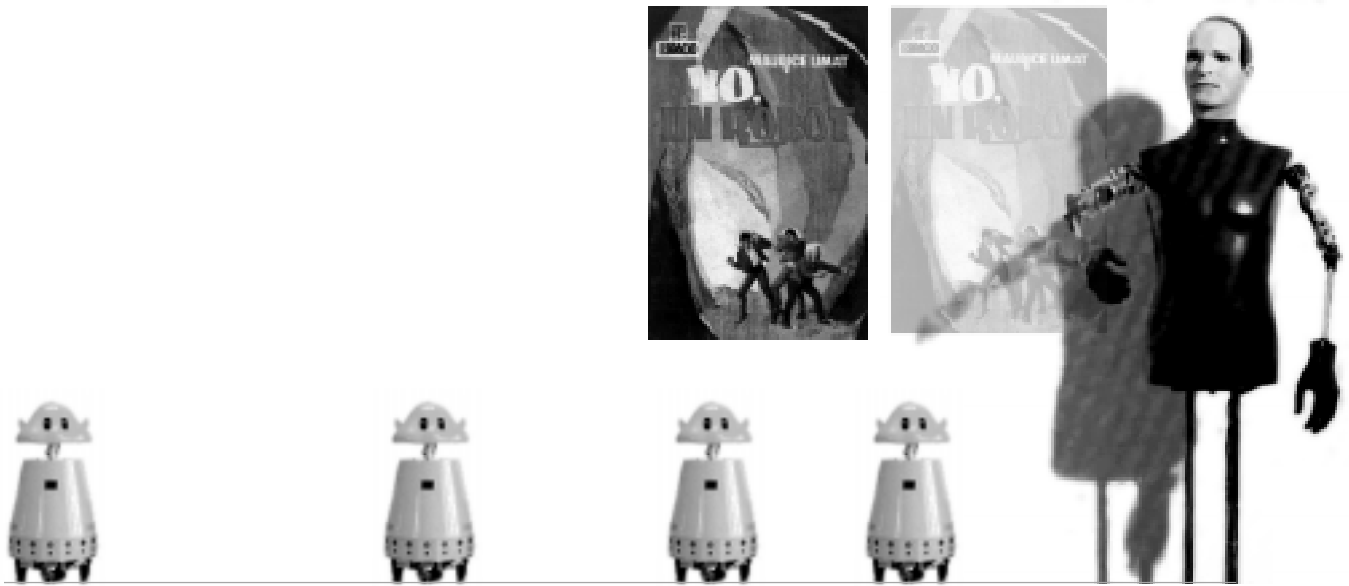
¿Qué hay que contar cuando se cuenta la ciencia? La pregunta no tiene una respuesta unívoca: cada divulgador tendrá su libreto, su preferencia, afinidad, sus posibilidades y limitaciones. Mariano Sigman –físico y periodista– escribe para EXACTamente, desde París acerca de aquella pregunta siguiendo las reflexiones del exitoso, prolífico y ya fallecido divulgador Isaac Asimov.



Cuentan que el físico estadounidense Murray Gell-Mann, en algún congreso histórico, se lanzó a voces altas a un debate contra alguien que acababa de realizar un experimento que mostraba que su teoría (la de Gell-Mann) no era cierta. “¡Entonces el experimento está mal!”, gritó Gell-Mann, y la anécdota no hubiese trascendido mucho más allá del habitual mal genio de algunos genios si no fuese porque al poco tiempo se mostró que efectivamente el experimento estaba mal y la teoría de Gell-Mann bien. Es que algunos personajes de sobrada fe a los que la razón y la suerte les juega a favor son realmente difíciles de voltear. Gell-Mann es uno de ellos, y otro es Isaac Asimov quien recorriera pragmática y prolíficamente el camino que va desde la ciencia a la ciencia ficción.

A Asimov nunca le preocupó demasiado la literatura más allá de su capacidad de explicar con simpleza, bajo la presunción sabia de que si un pasaje no se entendía no era que el lector fuese un idiota sino que algo había fallado en la escritura. Sus textos no tenían que ser bellos ni conmovir por su forma. Semántica pura. La única razón de sus escritos era volcar un significado que comunicase ciencia más o menos exagerada (más o menos ficticia), pero ciencia al fin. Habiendo dado la vuelta entera a su existencia y volviéndose sobre sí mismo, Asimov también escribió sobre sus escritos como forma de ejem-





plificar (de manera insuperable, según sus consideraciones, ya que Asimov también era el campeón de los pedantes) cómo escribir sobre ciencia. Su colección de ensayos “El electrón es zurdo” presenta de manera elegante y totalmente implícita esta sutil batalla de un escritor contra sí mismo en el que sólo subsiste elogiada la persona. La historia, de connotación filmica, es la que sigue.

Los detalles y las cantidades cada tanto son pertinentes, tanto que cambian radicalmente el estado de las cosas, según el divulgador Isaac Asimov.

El capítulo inicial del libro, “Futuro amenazador”, versa sobre los caminos que puede elegir un divulgador de ciencia. El primero, tal vez el más natural y sin duda el más frecuente, es el del futurista tecnócrata y calificado. ¿Cómo serán las aspiradoras del siglo XXI, doctor Asimov? El vulgarizador hace uso de su bola de cristal, oficia según el oficio de la ciencia más afinada para predecir el mundo en algunos días, meses, años o siglos. Muchos (y Asimov más que nadie) saben que esto es un abuso. Que la ciencia apenas predice con un poco de confianza las nubes y tormentas por algunos días y que difícilmente puede ser certera sobre las aspiradoras de doscientos años más tarde. Claro que predecir algo a falta de todo ya es sufi-

ciente, pero aun así Asimov tiene una crítica más relevante: tengan la forma que tengan y aspiren a lo que aspiren con el mecanismo que se les de la gana, esta cuestión no es demasiado pertinente.

Yo robot

Dicho de otra manera y para volver a una metáfora más relevante y que se encuentre definitivamente con el cine, a nadie le importa demasiado si en un mundo lleno de robots estos tienen tres o seis cabezas, son propulsados por fisión o fusión, o si vuelan gracias a que son más ligeros o porque tienen fuentes de energía más apropiadas. Lo relevante es cómo sería un mundo lleno de robots. Es decir, un mundo donde casi todos los trabajos están resueltos, donde la gente, por lo tanto, se aburre, se vuelve inútil y busca no sin dificultad nuevas ocupaciones. Un mundo donde, además, las máquinas inteligentes pueden entrar en conflicto con sus creadores. Este escenario, que prescinde completamente de los detalles tecnológicos de los robots en pos de la transformación que estos representen en el mundo, esta sociología de la tecnología, es lo que Asimov considera que un buen divulgador debe hacer. No casualmente es además lo que él hizo (y aquí llega finalmente el cine) en su novela, convertida hace poco en película, *Yo robot*, plagada de robots y máquinas. En este mundo completamente automatizado, la historia prescinde de detalles y

se vuelve una tesis sobre la vulnerabilidad de las constituciones. Los robots están programados, vía una serie de leyes, para asegurarse que nunca atentarán contra sus creadores. Asimov muestra que esto es esencialmente imposible, que la ambigüedad del lenguaje, la metáfora, hace que un texto pueda tener más de una lectura, y que atentar contra uno o muchos hombres no es necesariamente atentar contra “los hombres”. Los ejemplos sobran para honrar este tipo de divulgación, y la historia del automóvil sea tal vez uno de los más pertinentes. La divulgación más interesante no fue la que predijo la evolución del motor a explosión sino la que previó la transformación en un mundo repleto de vehículos, el cambio de la noción de distancia, la transformación urbanística, las autopistas, la 9 de Julio, la contaminación... El ejemplo más reciente es sin duda el de Internet. Su complejidad tecnológica es ínfima y no resulta particularmente importante en qué frecuencia emiten los satélites o el ancho de banda de una fibra óptica sino un mundo en el que lo que dice una de las miles de millones de personas de este grumo pueda llegar a las otras miles de millones de personas en menos de un segundo.

Asimov en capítulos

Pareciera que el problema (el de la buena divulgación) está resuelto. La fórmula consiste en enfocarse en las conse-



cuencias y prescindir de los detalles. Pero, claro, siempre hay un pero. ¿Y quién es acaso capaz de criticar a Asimov? No es muy difícil y seguramente ya lo saben: Asimov. Dos capítulos más tarde, Asimov escribe acerca de otra novela suya que se convirtió en película. En realidad, aquí la historia es al revés: fue un guión de cine que devino novela de Asimov; la historia del “Viaje fantástico” de un grupo de cirujanos del futuro que se sumergen en el flujo sanguíneo de un paciente en un submarino microscópico. Cuando le pasaron el guión a Asimov, éste se enojó, con razón, por la liviandad con la que habían tratado un problema tan profundo (que nada tiene que ver con la simpleza con la que se trata a un problema complejo) ¿Qué es eso de hacerse tan pequeños? O más bien, ¿cómo se hace? ¿Acaso los átomos se comprimen dando como resultado homrecitos lo suficientemente densos como para hundirse en la tierra (y ni que hablar entonces de la sangre del pobre paciente)? ¿Acaso desaparecen algunos átomos conservando las proporciones y las formas (algo así como un ratón con cerebro de persona)? Tal vez (y es la opción que elige Asimov) toda la materia, y con ella la masa, se reduce, invocando a otro mundo para que absorba la energía que libera en el proceso. ¿Y cómo hace un submarino para moverse en el mundo viscoso y agitado por la tormenta ruidosa de moléculas que colisionan contra él como si navegase en pleno en una mesa de billar? Todo esto, claro, no es importante para la película, más centrada en si al final el tipo se salva o no y en si se hace justicia entre los malos y los buenos. Detalles al fin. Tampoco le importaría al Asimov del primer capítulo, obsesionado con la forma

de un mundo en el que la gente se haga invisible al ojo humano y en que podamos penetrar literalmente en las entrañas del otro. Y sin embargo, como bien señala el Asimov del capítulo tres, esta divulgación es pertinente. Pertinente porque permite hacer justicia con el conocimiento del estado de las cosas, porque a la manera poética (y sin ninguna poesía) establece una forma necesaria, común a toda la divulgación: el describir lo eventualmente posible; tan sólo los futuros sensatos. También es de alguna manera tan relevante como estimativo para el sociólogo de la tecnología, para el sociólogo del futuro. ¿Cómo discernir los miedos fantasmas de los miedos sensatos, las paranoias de las precauciones, la expectativa del delirio?

La manera de contar la ciencia admite infinitas categorías. Es, sin duda, estéril tratar de bregar por una o por otra.

En la ciencia se repite sistemáticamente lo de las transiciones de fase. El agua se enfría y se vuelve más fría, se enfría algo más y se vuelve aún más fría y se enfría aun un poco más y entonces se vuelve hielo. Algo de lo cual el viejo también hizo uso como una metáfora para la his-

toria, aferrado a un principio general: los detalles y las cantidades cada tanto son pertinentes, tanto que cambian radicalmente el estado de las cosas. Barcos capaces de recorrer cuatrocientos, mil o mil quinientos kilómetros no establecen una diferencia fundamental (para la historia). Barcos capaces de recorrer siete mil kilómetros hicieron que Europa llegara a América. Los alemanes, se sabe, no hicieron nunca la bomba atómica (con o sin mano negra de por medio) porque creyeron que precisaban una cantidad de uranio mayor que la necesaria. Alemanes y aliados entendían concienzudamente el mundo después de la bomba.

Pues bien, dadas dos formas, ya no hay solución posible; y se hace evidente (o por lo menos plausible) que la manera de contar la ciencia admite infinitas categorías. Es, sin duda, estéril tratar de bregar por una o por otra. A fin de cuentas, como en tantas otras decisiones, en el fondo hay una cuestión de gustos. Entre todas esas divisiones, una que de alguna manera incluye a todas –y de la que aquí me declaro gustoso– es la de los que saben qué quieren contar y no vuelcan noticias a destete, sean de la casta que sean: los sociólogos de la tecnología, los vertedores de detalles, los inquisidores de filosofías, o, simplemente, los narradores de historias. ■

Premios Nobel 2004

Desde la nariz *hasta el quark*

Este año, el medallero de la Academia Sueca tuvo como ganador a los Estados Unidos, que se llevó cucardas para seis científicos. Y dos israelíes completaron el cuadro. Los temas distinguidos: interacciones entre quarks, receptores del olfato e investigaciones sobre eliminación celular de proteínas.



Dos de los premiados en Química: Hershko y Ciechanover, expertos en proteínas del Instituto de Tecnología de Israel.

Ese mundo de liliputienses formado por partículas subatómicas ha sido el tema de las investigaciones laureadas con el Premio Nobel de Física 2004. Este año, al igual que el anterior –cuando el premio fue otorgado a tres investigadores que estudiaron la superconductividad y la superfluidez–, fueron premiados tres científicos que se destacan por sus investigaciones sobre fenómenos que tienen lugar en lo más recóndito de la materia: en esta ocasión, se trata de la fuerza que mantiene unidas a las partículas que forman los protones y los neutrones, llamadas quarks.

Los ganadores del premio (1,3 millones de dólares) son David Gross, de 63

años, de la Universidad de California, en Santa Barbara; David Politzer, de 55 años, del California Institute of Technology, y Frank Wilczek, de 53 años, del Massachusetts Institute of Technology.

“Hoy sabemos que existen cuatro fuerzas o interacciones fundamentales en la naturaleza –introduce Daniel de Florian, profesor del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA–. Estas fuerzas son: la electromagnética, responsable de mantener ligados a los electrones y al núcleo en los átomos; la gravitatoria, que hace que los planetas orbiten en torno al Sol (y que los objetos caigan al suelo y no al cielo); la

nuclear débil, responsable del decaimiento radiactivo de ciertos núcleos; y la nuclear fuerte o de color, que es la que se ocupa de mantener unidos a los quarks”. Justamente, las investigaciones por las que fueron laureados este año Gross, Politzer y Wilczek se ocupaban de esta última fuerza: la fuerte.

Los trabajos de los tres científicos se dieron a conocer en la edición de junio de 1973 de la *Physical Review Letters* en dos artículos distintos –uno firmado por Gross y Wilczek, y el otro por Politzer–. Por ese entonces, Wilczek y Politzer todavía eran estudiantes de grado.

El descubrimiento de la propiedad que explica el comportamiento de los quarks dio lugar a la formulación de una teoría para las interacciones fuertes, que se llama Cromodinámica Cuántica.

Lo que observaron experimentalmente Gross, Politzer y Wilczek a comienzos de los años 70 fue que estos pequeños componentes que pueblan el núcleo atómico se muestran indiferentes entre sí cuando se hallan cercanos, como si fueran completamente libres. Pero los científicos también notaron que, cuando la distancia entre los quarks comienza a crecer, la atracción también aumenta y que, en fin, la libertad de marras es ilimitada sólo en apariencia. Es decir, que estas mínimas partículas nunca serán totalmente libres porque, cuanto más lejos están, más se atraen.

“Los quarks interactúan muy fuertemente a energías bajas (cuando están separados por grandes distancias). Esto indica que están confinados dentro del pro-

tón debido a la gran fuerza que los une y es muy difícil separarlos –explica Florian– Pero, a energías grandes (cuando la distancia que los separa es pequeña), la interacción decrece y se comportan como partículas cuasi libres. A esta propiedad se la llama libertad asintótica, porque los quarks se comportarían como si fueran completamente libres cuando la energía tiende a infinito”.

El aporte teórico de los tres científicos estadounidenses vino a completar lo que en física de partículas se ha dado en llamar el Modelo Estándar, que describe las tres fuerzas (electromagnética, débil y fuerte) que gobiernan la realidad que existe en el diminuto cosmos atómico. Y se halla en la dirección de lo que los físicos teóricos denominan la “teoría del todo”, capaz de proveer una descripción unificada de todas las fuerzas de la Naturaleza, incluyendo la gravedad, sin importar la escala espacial –desde las fuerzas que gobiernan los movimientos al interior del átomo hasta los fenómenos que ocurren en la galaxia más lejana–. El punto de contacto para unificar la explicación de las tres fuerzas que incluye este modelo es una magnitud que se llama “constante de acoplamiento” –que mide la intensidad de la interacción– y que en diferentes situaciones puede tomar el mismo valor para los tres niveles. “Con el advenimiento de las teorías cuánticas modernas sabemos que estas ‘constantes’, en realidad, no son constantes, sino que dependen de la energía del proceso”, aclara Florian.

Proteínas para descartar

Unas 50 billones de células cumplen a diario sus funciones en el cuerpo humano. En ese mundo microscópico, miles de reacciones minuto a minuto permiten que cada órgano lleve adelante su papel en forma coordinada con el resto como una gran orquesta musical, que no tiene en sus planes desafinar. Es más, si detectan que alguno de sus componentes está fuera de tono, lo marcan para deshacerse de modo que no estorbe en la sinfonía de la vida.

Precisamente, cómo es el sutil mecanismo celular para librarse de las “piezas falla-

das” o “indeseables” fue descripto hace no más de veinte años por los científicos israelíes Aaron Ciechanover y Avram Hershko, junto con el norteamericano Irwin Rose. Y esta contribución a la ciencia motivó la decisión del jurado de la Academia Real Sueca para otorgarles el Nobel de Química 2004.

Esta propiedad de la ubiquitina, de marcar selectivamente a las proteínas condenadas a desaparecer de escena, es lo que le valió ser denominada como “el beso de la muerte”.

Actualmente, Ciechanover, de 57 años, y Harshko, de 67, son docentes en el Instituto de Tecnología de Israel (Technion), en Haifa, mientras Rose, de 78 años, trabaja en la Universidad de California, Estados Unidos. Pero fue a principios de los 80 cuando los tres investigadores, que trabajaron juntos en el Fox Chase Cancer Center de Filadelfia, describieron el mecanismo de cómo la célula logra librarse de proteínas inservibles o que ya cumplieron su papel. Lo hace identificándolas con una especie de etiqueta, la ubiquitina, para indicar que su destino es el cesto de residuos celular o proteasoma. Allí, serán enviadas para su degradación.

“La importancia de este aporte radica en que demostraron que la degradación de las proteínas dentro de la célula ocurre por un proceso selectivo. O sea, se degradan aquellas proteínas que están marcadas para serlo”, destaca el doctor Eduardo Arzt del Laboratorio de Fisiología y Biología Molecular de esta Facultad, al tiempo que puntualiza otro de los aspectos significativos del trabajo de los científicos laureados. “Describieron todo el proceso bioquímico-enzimático de esta marcación de las proteínas. A partir de este conocimiento se describieron múltiples ejemplos de patologías en las cuales lo que ocurre es una falla en este proceso de marcación y degradación de las proteínas”, subraya.

Cómo se lleva adelante este mecanismo de selección para ser descartado del mundo celular, es graficado por el doctor Arzt, quien junto con su equipo trabaja en mecanismos

moleculares de este proceso. “Una serie de enzimas, denominadas E1, E2 y E3, unen la ubiquitina, a las proteínas a ser degradadas. Cuando las proteínas están así marcadas entran a un complejo enzimático de degradación, el proteasoma, donde son degradadas enzimáticamente”.

Esta propiedad de la ubiquitina, de marcar selectivamente a las proteínas condenadas a desaparecer de escena, es lo que le valió ser denominada como “el beso de la muerte” por la Academia Sueca.

Los defectos de este sistema de degradación de proteínas pueden conducir a varias enfermedades, incluyendo algunos tipos de cáncer y de otros tipos de dolencias. En este sentido, el doctor Arzt ejemplifica: “Parkina es una proteína que, si está mutada, lleva al Parkinson. Se descubrió recientemente que es una E3 del sistema de ubiquitinación, que regula por ubiquitinación proteínas del ciclo celular (como ciclina E). La mutación de parkina lleva a la acumulación de ciclina E y esto lleva a la muerte neuronal por apoptosis”.

Premio al olfato

Los investigadores estadounidenses Linda Buck, de 57 años, y Richard Axel, de 58, obtuvieron el Premio Nobel 2004 de Medicina y Fisiología por sus descubrimientos sobre la base genética de la identificación de los olores. En efecto, estos científicos determinaron, en experimentos con ratones, que hay unos mil genes involucrados en este sentido tan importante para la supervivencia en los animales.

“Lo que descubrieron estos investigadores fue que cada uno de los mil genes codifica para una proteína en especial, y que cada aroma puede activar un conjunto de proteínas”, explica Ana Belén Elgoyhen, investigadora del Conicet en el Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular. La codificación del olor está dada por el conjunto de proteínas de estos receptores que son activados por un aroma. “Cada receptor –destaca– puede ser activado por varias moléculas y a su vez cada molécula puede activar un conjunto diferencial de receptores.”

Buck y Axel observaron que la familia de receptores puede dividirse en subfamilias cuyos miembros poseen secuencias parecidas; y las moléculas olorosas detectadas por los mismos receptores tienen estructuras relacionadas entre sí. De este modo, cada subfamilia estaría dedicada a la detección de una clase particular de aromas. Esto sin embargo no impide que un tipo de olores pueda ser detectado por diversas subfamilias de receptores.

Por otro lado, los genes de los receptores olfativos pueden hallarse en diferentes sitios de los cromosomas, pero aquellos que están estrechamente relacionados entre sí se ubican, por lo general, en el mismo lugar, lo que indicaría que distintas partes del genoma se encuentran involucradas, en cierto modo, en el reconocimiento de variados tipos de olores.

Lo cierto es que los mil genes hallados proveen las instrucciones para la fabricación de mil proteínas receptoras que, combinadas, permiten identificar, en forma específica, unos diez mil olores. Claro, los mil genes fueron hallados en ratas. "En el hombre, serán alrededor de 300 o 350 genes", indica Elgoyhen.

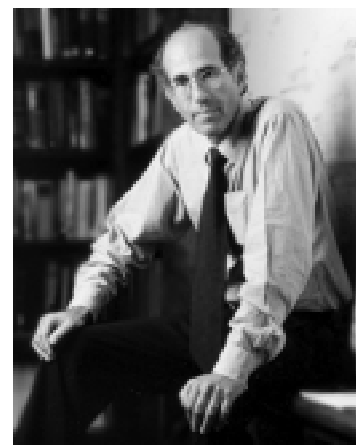
En efecto, un perfume, un vino añejado, o el pescado que perdió su fres-

cura, activan un grupo de receptores que son específicos para cada conjunto de moléculas olorosas. Pero los olores también pueden activar recuerdos lejanos de la infancia, de momentos agradables o desagradables. El narrador de *En busca del tiempo perdido*, de Marcel Proust, inicia su relato a partir de los recuerdos que desencadena el hecho de mojar una magdalena en la leche.

Por otra parte, la pérdida del sentido del olfato no sólo nos quita la posibilidad de disfrutar de las cualidades de una buena comida, sino que también nos impide detectar señales de advertencia, por ejemplo el olor a gas o humo, en el caso de un incendio.

Para los animales, la supervivencia puede depender de la posibilidad de identificar, por el olfato, una hierba venenosa o un trozo de carne podrida.

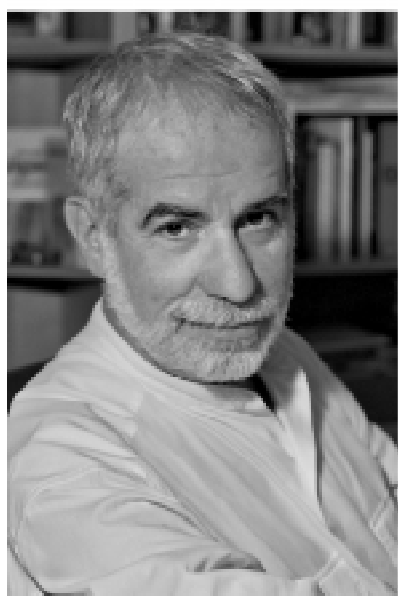
La Academia Sueca, en su comunicado de prensa, enfatizó que el olfato es esencial en las crías de los mamíferos para identificar las mamas de su madre y obtener su alimento fundamental, la leche. Sin el olfato, y sin ayuda, los cachorros recién nacidos no podrían sobrevivir. En los animales adultos, la importancia del olfato reside en que a través de este sentido ellos



Richard Axel, Nobel de Medicina y Fisiología, trabaja en la Universidad de Columbia, Nueva York.

pueden interpretar lo que los rodea. En efecto, las feromonas, moléculas olorosas que producen muchos animales, son herramientas de comunicación entre muchos de ellos, como por ejemplo en las abejas y las hormigas.

Richard Axel, que trabaja actualmente en la Universidad de Columbia en Nueva York, y Linda Buck, del Centro de Investigación sobre Cáncer "Fred Hutchinson" de Seattle, ambos en los Estados Unidos, publicaron su trabajo fundamental en 1991. A partir de entonces trabajaron en forma separada, pero siguieron realizando aportes a la clarificación del sistema olfativo. ■



Pepe Eliashev

esto que pasa

lunes a viernes | 18.00 - 20.00

www.pepeeliashev.com.ar

AM 870

SISTEMA NACIONAL DE MEDIOS PÚBLICOS

radio nacional
RNA

2. ENERGIA SOLAR (YIRA, YIRA)

La energía eléctrica es el motor del mundo actual. La electricidad se genera a través de métodos hidroeléctricos (caídas de agua y represas), térmicos (se queman petróleo o carbón para calentar agua y hacer girar las turbinas) y nucleares (uranio, nuevamente, para calentar agua y mover las turbinas). Pero todos estos métodos son, o bien contaminantes, o bien peligrosos, o utilizan recursos, como el petróleo, que algún día se agotarán. Para encarar estas dificultades, se estudia, y en algunos casos ya se utiliza, la generación de electricidad por medio del viento (energía eólica), o de la luz solar (energía solar). Este tango, curiosamente similar al de Discépolo, augura que la energía solar será la principal fuente del futuro, cuando se agoten todas las demás.

*Cuando la luz de diez vatios
fayando y fayando
te de oscuridá,
cuando tengás la heladera
parada y descongelá,
cuando no tengas ni fe
ni uranio de ayer
radiándote al sol,
cuando manyés que a tu lado
la carne esta cruda
por falta de gas,
tendrás que usar de algún modo
la fuente solar.*

*Verás que nada mejora,
verás que todo es peor;
y el mundo ya no funciona,
tira, yira,
cuando te falte energía,
cuando te falte calor;
no esperes nada de nadie
y alza tus ojos al sol.*

*Cuando ya no haya corriente
en todos los timbres que vos apretás,
cuando se acabe el petróleo
y el uranio no de más,
cuando no tengas biomasa
ni alcancen los diques
ni sirva llorar;
te acordarás de este otario
que un día buscaba
energía solar*

3. SUR RADIATIVO

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) concentra toda la investigación nuclear en la Argentina, y durante décadas ha sido un centro de excelencia. Los científicos que trabajan allí tienen pasión por la investigación nuclear y, a veces, como lo prueba este tango, suelen perder cierto contacto con el mundo en su afán por llevar adelante un experimento.

*Allá, General Paz, Constituyentes,
jardines, y al llegar al reactor;
tu figura quemándose en el núcleo,
y tu pelo destilando radiación*

*Allá, general Paz, Constituyentes,
la esfera y el enorme piletón
donde guardan tus restos radiactivos,
testimonio brutal de mi traición*

*Sé que aún no me perdonás,
sé que rencor me guardás.
Pero el día llegará en que yo te vea
caminando por la CNEA
y llamándome.*

*No nos une el amor, sino el uranio
y es por eso que te extraño,
mes tras mes y año tras año.*

*La vez que nos besamos en Atucha
y el amor bajo la ducha,
todo vuelve, yo lo sé.*

*Allá, General Paz, Constituyentes,
tu mirada implorando compasión
y mi mano señalándote, indefensa,
y mis labios consumando la traición.*

*No fui yo el que lo hizo, te lo juro,
a mí solo me arrastró la situación,
vos también en mi lugar lo hubieras hecho,
decidida y valiente como yo.*

*Sé que no me perdonás,
sé que rencor me guardás.
Yo no sé cuál será tu vida media,
no soy una enciclopedia,
pero debés comprender;*

*y verás que si lo piensas con paciencia,
todo lo hecho fue a conciencia
por la CNEA y por la ciencia.*

*Ese día faltaba el combustible,
la presión era terrible
y te entregué.*

4. URANIO DE JUVENTUD

El uranio, que ocupa el último lugar en la Tabla Periódica de los elementos, se desintegra a un ritmo de 5024 años de vida media, y emprende un camino que lo lleva a transformarse en radio y finalmente en plomo. La desintegración del uranio fue descubierta por Henri Becquerel en 1899 e inició el estudio de la radiactividad.

*Uranio de juventud
cuando la mina más papa
susurraba en mi solapa
reclamando radiación.*

*Viejos tiempos de mi gloria,
con cada elemento nuevo
en todo el barrio malevo
se temblaba de emoción.*

*Vereditas de berilio
bajo la luz de neón,
torrentes de rayos gamma
junto a la paz del malvón.*

*¡Uranio de juventud!
¿cómo puedo no extrañarte?
Vuelvo a oír aquel silbido
que hacías al fisionarte
y ese tango que cantabas
cuando te desintegrabas.
Uranio de juventud,
es imposible olvidarte.*

*Hoy vencido y ya canoso
evoco tu radiación
en aquel tiempo dichoso
cuando nunca me faltaba
ni una mina ni un neutrón.*

*¡Uranio de juventud!
Ni un gramito miserable
me ha quedado en el bulín
despoblado y sólo vivo
de desechos radiactivos
mezclados con aserrín.*



FUNDACIÓN CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

La Fundación Ciencias Exactas y Naturales tiene como objetivo principal contribuir al mejor desarrollo de la Ciencia en nuestra Facultad.

Como aporte efectivo a las políticas de retención de nuestros mejores estudiantes para que puedan desarrollar sus Doctorados en la institución, ha implementado un Fondo para Becas, constituido con los aportes de algunas empresas y de los egresados radicados tanto en nuestro país como en el exterior. El éxito alcanzado por este programa ha permitido otorgar ya 5 becas doctorales y una de licenciatura.

Las becas, que son anuales, se otorgan mediante un sistema de concurso similar a los vigentes en la Universidad de Buenos Aires y en el CONICET. Esto nos permite lograr la mayor transparencia en la selección de los becarios.

La Fundación desea agradecer a la Fundación YPF, a las empresas SHELL y BIOSIDUS, y a los numerosos graduados que con sus aportes han hecho posible la concreción de esta iniciativa. Invita a la vez a todos aquellos egresados y empresarios vinculados al área científico tecnológica, a participar con sus aportes en el programa de Becas Doctorales.

Cualquier información al respecto puede ser requerida a la Secretaría de la Fundación, tel. 4576-3322 o al e-mail fundación@bl.fcen.uba.ar

El maestro Ciruela se defiende

Hay gente vil y ociosa que anda diciendo que yo, el Profesor Emérito Don Faustino Ciruela, soy autor de esta absurda patraña que circula por Internet y que transcribo a continuación:

Hitos de la evolución de la enseñanza de la matemática en la Argentina

1950. PRIMER GRADO SUPERIOR

Problema: Un campesino vende una bolsa de papas por \$1000. Sus gastos de producción se elevan a $\frac{4}{5}$ del precio de venta ¿Cuál es su beneficio?

1960. TERCER GRADO

Problema: Un campesino vende una bolsa de papas por \$1000. Sus gastos de producción se elevan a $\frac{4}{5}$ del precio de venta, o sea \$800 ¿Cuál es su beneficio?

1970. QUINTO GRADO

Problema: Un campesino cambia un conjunto P de papas por un conjunto M de monedas. Sus gastos de producción corresponden a otro conjunto Q de monedas. El cardinal del conjunto M es igual a \$1000 y el de Q es \$800. Dibuje: 1000 puntos gordos que representen los puntos del conjunto M y 800 puntos gordos que representen los del conjunto Q, y dé respuesta a la cuestión siguiente: ¿Cuál es el cardinal del conjunto B de los beneficios? Dibujar B en color, de preferencia, rojo.

1986. ENSEÑANZA REFORMADA. SEXTO GRADO:

Objetivos para el alumno:

Memorizar el nombre del profesor. Transcribir el texto del pizarrón al cuaderno. Utilizar correctamente la regla y el subrayado. Seleccionar los datos importantes. Transferir los conocimientos anteriores.

Objetivos para el profesor:

Consultar el manual de Objetivos. Taxonomía de los objetivos de la Educación de Benjamín.

Actividad Planteada:

Un campesino vende una bolsa de papas por \$1000. Los gastos de producción se elevan a \$800 y el beneficio es de \$200. Señalar la palabra papa. Discutir sobre ella con los compañeros de curso.

1999. TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA. OCTAVO AÑO

Contenidos Conceptuales:

Las papas: papas blancas y papas negras; la discriminación. Puré de papas. Papanatas, papas fritas de ayer y de siempre.

Contenidos Procedimentales:

Adquisición de habilidades y destrezas para la comprensión de la función de la papa en el mundo globalizado.

Contenidos Actitudinales:

Sensibilidad y respeto por las papas. Valoración del papel central de la papa. Reconocimiento de la capacidad transformadora vinculada a la globalización de la economía.

Alumno: -Profesor, ¿qué es una papa?

Docente: -Mire educando, no sé qué es una papa, pero en los próximos Talleres Docentes de Actualización se lo averiguo. Hay un profesor por ahí, un tal Faustino Ciruela, que, si no me equivoco, estuvo en el Vaticano visitando al Papa. El debe saber.

Alumno: -¿quién, el Papa?

La frase célebre

“La ciencia se compone de errores que, a su vez, son los pasos hacia la verdad”.



Julio Verne, *novelista*.

HUMOR

por Daniel Paz



Existencia de vida en la Galaxia

¿Dónde están todos?

por Guillermo Mattei* gmattei@df.uba.ar

¿Es posible que la versión terrícola de civilización inteligente sea la única de la Vía Láctea y tal vez del universo todo? La ciencia enfrentó este enigma secular varias veces y no son pocos los esfuerzos intelectuales actuales por abordar esta temática, aun en un contexto donde la pseudociencia, el sensacionalismo y el pensamiento mágico hacen un trabajo sostenido en los medios masivos de comunicación.



A principios de los 50 todavía era muy vívida la impronta de la Segunda Guerra Mundial, sobre todo en un lugar como el Laboratorio Nacional Los Alamos (Nuevo México) perteneciente al Departamento de Energía de los Estados Unidos. Una de las figuras más trascendentes de la física y de la historia de aquel conflicto bélico fue Enrico Fermi (Nobel 1938) quien dirigiera, en 1944, el Proyecto Manhattan de control tecnológico de la primera bomba atómica. Sin embargo, muy probablemente en el verano de 1950, tuvo lugar una conversación distendida, durante el almuerzo en la cafetería del Laboratorio, entre Fermi y los físicos Erwin Teller, Herbert York y Emil Konopinski. Esa conversación también hizo historia, aunque esta vez no por quedar ligada a un genocidio.

En mayo de 1950, la discusión de moda en los medios neoyorquinos era la misteriosa desaparición en la vía pública de los tachos destinados a excrementos caninos. La revista *The New Yorker* satirizaba la discusión con la caricatura de un plato volador del cual descendían humanoides con antenas y descargaban los tachos en un planeta evidentemente más adelantado que la Tierra. En la cafetería de Los Alamos, el comentario de la caricatura disparó todo tipo de especulaciones y cálculos mentales entre los físicos: las condiciones de los viajes interestelares, la

Ilustración de la revista *The New Yorker*, de mayo de 1950, donde se satirizaba sobre la desaparición de tachos de descarte de excrementos caninos que «asolaba» Nueva York.



Drawing by Alan Dunn, © 1950, 1978
The New Yorker Magazine, Inc.

marginalidad del Sol en la Vía Láctea, el tamaño de la galaxia, las probabilidades de existencia de planetas extrasolares parecidos a la Tierra, de vida, de seres inteligentes y de altas tecnologías de comunicación, movilidad y supervivencia. Fermi, haciendo gala de su gran capacidad de analizar los problemas con una globalidad poco común, sintetizó todas las especulaciones en una pregunta que pasó a la historia como su paradoja: “¿Dónde están todos?” (ver recuadro “La paradoja...”). En otros términos: ¿por qué el cielo no está infestado de naves espaciales si todas las magnitudes del problema indican que así debería ser?

Los argumentos a favor de la vida en el universo se asocian a que luz, agua y aminoácidos son elementos muy comunes.

Una década después, muchos científicos encaraban este interrogante no sólo en las cafeterías universitarias sino en multidisciplinarios congresos de búsqueda de inteligencia extraterrestre. Nuevas conclusiones, ahora mejor formalizadas, potenciaban aún más la Paradoja de Fermi: en pocos millones de años, una civilización tecnológicamente avanzada debió haber colonizado toda nuestra galaxia y, sin embargo, no hay evidencia de tal cosa.



Dos magnitudes audaces

A la hora de organizar el conocimiento disponible acerca de la vida en la Tierra y cómo hacer inferencias razonables en relación con otros mundos, los astrofísicos y exobiólogos tienen muy en cuenta dos magnitudes claves: el tiempo que le demandó a la vida aparecer en la Tierra, condicionada por las reacciones bioquímicas y la evolución de las especies, y el tiempo de vida del Sol, gobernado por las reacciones termonucleares en su interior. Si bien hasta aquí se trata de fenómenos modelizados y experimentados de manera robusta y autoconsistente, los especialistas también hipotetizan sobre estas dos magnitudes en los casos de planetas con las características de la Tierra orbitando

estrellas con las características del Sol. En este contexto conceptual, las investigaciones de uno de los padres de la física de los agujeros negros, el británico Brandon Carter, llevan a la conclusión de que las civilizaciones extraterrestres serían una rareza aún si las condiciones favorables para el desarrollo de la vida fueran relativamente comunes.

Sin embargo, la investigación de uno de los actuales directores del Telescopio Espacial Hubble, el físico y divulgador científico Mario Livio, no sólo apuntó a demostrar que la conjetura de Carter no es tan terminante como parece sino que, basándose en la historia cósmica de la producción de carbono en el universo, precisó el momento de aparición de las civilizaciones inteligentes en el universo: no más allá de los cuatro mil millones de años posteriores al Big Bang.

La lotería de la vida

Los argumentos a favor de la plausibilidad de la vida en el universo están asociados al hecho de que tanto las estrellas similares a nuestro Sol –que cuentan con planetas en órbitas propicias para que estructuras complejas como las de la vida sean estables– como las fuentes de energía del tipo de la luz de las estrellas y el agua, los aminoácidos y otras moléculas orgánicas serían, todos, muy comunes y



vulgares. Pero hay otro argumento a favor: la vida surge rápido.

Según estudios de 1995, la edad de la Tierra es de cuatro mil quinientos sesenta y seis millones de años –con una incerteza de dos millones de años de más o de menos–. En términos de la vida, los científicos descomponen este lapso de tiempo en otros tres. El primero corresponde al intervalo de setecientos millones de años en el que la vida no estuvo presente debido a factores ambientales frustrantes o esterilizantes. El segundo período –el de la llamada biogénesis, o lapso que le demandó al caldo primordial contar con moléculas que se replicaran a sí mismas– dura no más de cien millones de años. El tercer intervalo de tiempo, de tres mil ochocientos cincuenta millones de años, es aquel en el cual dominan las formas vitales. Comparando las duraciones de cada una de las etapas surge una conclusión por demás llamativa: en el planeta Tierra la biogénesis fue rápida. En otras palabras, en cuanto las condiciones lo permitieron no hubo demora alguna y la vida floreció a ritmo vertiginoso.

Afirmar que la rápida biogénesis terrestre implica alta probabilidad de existencia de vida en planetas que ahora orbitan estrellas parecidas a nuestro Sol suena demasiado audaz. Sin embargo, el astrofísico Charles Lineweaver de la Universidad de Nueva Gales del Sur (Sidney, Australia) construyó un modelo teórico que generaliza la manera en la que se pue-

Hombrecitos verdes casi oficiales

SETI es un emprendimiento privado de investigación y desarrollo, iniciado por el planetólogo Carl Sagan en 1984, auspiciado por reconocidas instituciones académicas y científicas y uno de cuyos proyectos es el análisis de los datos recogidos por diversos radiotelescopios del mundo con el objetivo de decodificar eventuales mensajes inteligentes entre señales aleatorias e interferencias terrestres.

A la base de datos del SETI convergen quince millones de reportes diarios que siguen una rutina de chequeos internos que permite seleccionar el conjunto de datos con alguna mínima chance de corresponder a una señal inteligente. Estos reportes con indicios de ser ciertos pasan, a su vez, por otros protocolos de corroboración tales como los de repetir las medidas varios días diferentes. Lamentablemente y hasta el momento, todos los reportes sospechosos pasaron a formar parte de señales no adjudicables a vecinos de otras estrellas.

Sin embargo, en su edición de setiem-

bre de 2004 y bajo el título de “Señales misteriosas provenientes de mil años luz de la Tierra”, la revista de alta divulgación científica *New Scientist* informó sobre el descubrimiento de “la mejor candidata a señal de inteligencia extraterrestre en los seis años que van del proyecto SETI”, incluidas eufóricas citas textuales del grupo de investigadores. Evidentemente, el redactor de la nota no había entendido la dinámica del proceso de verificación de señales y su interpretación errónea, pero escrita en una revista prestigiosa, tardó muy poco en rebotar por los medios masivos de comunicación con apariencia de noticia seria.

Después del inevitable rebote por los nodos de la comunicación globalizada, SETI tuvo que salir a aclarar el incidente. Pero, como sucede en la mayoría de casos similares, las aclaraciones detalladas, modestas y rigurosas no son tan contundentes como una simple, espectacular e imprecisa noticia.

den extrapolar ciertas características de la aparición de la vida terrestre a la hipotética vida más allá del Sistema Solar. Lineweaver hace un análisis estadístico similar al que permite extraer propiedades de la dinámica de la lotería diaria sin conocer específicamente sus mecanismos aleatorios y sus conclusiones logran afinar las predicciones de la llamada Ecuación de Drake. Esta ecuación (ver **EXACTAMENTE** número 27) aporta una estimación del número de civilizaciones comunicativas de la Vía Láctea mediante la consideración del ritmo de formación de estrellas en la galaxia, de la fracción de estas estrellas que son del tipo Sol, de la fracción de estas estrellas con planetas tipo Tierra, de la fracción de estos planetas en los que florece la vida, de la fracción de estos planetas en donde hay vida inteligente, de la fracción de planetas con seres inteligentes tecnológicamente comunicativos y de su capa-

cidad de sobrevivir a la autodestrucción. La “lotería biogenética” de Lineweaver indica, respecto de la fracción de planetas tipo Tierra, que en más de un 13 por ciento de aquellos que superan los mil millones de años, la ocurrencia de la biogénesis es casi inevitable.

Las explosiones de rayos gamma serían la causa de muerte colectiva de vida inteligente en las galaxias.

Los vecinos deberían hacerse notar en el barrio, pero no. ¿No hay vecinos? ¿No pueden hacerlo? ¿No pueden aún?

Los rayos gamma al banquillo

El astrofísico experimental James Annis, del laboratorio de física de altas energías Fermilab (Batavia, Estados Unidos), investigó la naturaleza de las explo-



La paradoja de Fermi, en números

Nuestra galaxia de la Vía Láctea tiene diez mil millones de años de antigüedad, un diámetro de cien mil años luz y, en promedio, una estrella por año luz. El tiempo promedio que le demanda a una civilización moverse entre dos estrellas determina su capacidad de expansión por la galaxia. A la velocidad orbital de la Tierra, un diezmilésimo de la velocidad de la luz, tomaría diez mil años. Si bien las tecnologías que permitan viajes a un décimo de la velocidad de la luz y tardar diez años en un viaje interestelar no parecerían ser

de ciencia ficción, la mejor estimación podría ser una velocidad de un milésimo de la de la luz y mil años de viaje. En este caso, el tiempo que le demandaría a una civilización colonizar todo un diámetro completo de la galaxia sería de cien millones de años. ¿Esto es mucho tiempo? En términos de escalas temporales galácticas, no: la edad de la Vía Láctea es mucho mayor. Una vez que una civilización alcanzó la tecnología suficiente, la colonización sería tan inevitable como la propagación del fuego en un reguero de pólvora.

siones de rayos gamma que se registran en diversos puntos del universo y, en su modelo, éstas serían la causa de un ciclo de nacimiento, florecimiento y muerte colectiva de las formas más avanzadas de la vida en las galaxias. “Los responsables *prima facie* del delito de genocidio sistemático de civilizaciones en la galaxia, agravado por el vínculo, son las fuentes de rayos gamma”, diría un hipotético juez universal.

Las explosiones de rayos gamma son *flashes* que duran diez segundos y que portan partículas llamadas fotones, muy energéticas ellas en este caso, a un ritmo de trescientas veces al año y desde posiciones equidistribuidas por toda la bóveda celeste. Las mejores estimaciones estadísticas indican que a cada galaxia le corresponde una de estas fuentes.

Para fijar ideas, si una explosión tuviera lugar en el centro de la Vía Láctea, la Tierra recibiría, durante unos pocos se-

gundos, un *flash* energético equivalente a un décimo del flujo solar. Desequilibrar, aunque sea por poco tiempo, los mecanismos atmosféricos que protegen a los ecosistemas de los rayos gama, podría tener consecuencias letales para casi todas las actuales formas de vida terráneas.

Nuestro sistema solar luce virgen. La ausencia de señales radiales inteligentes ya tiene un nombre en jerga científica: el Gran Silencio.

En el modelo de Annis, cada estallido gamma equivale a una extinción masiva a escala galáctica y, así, estas fuentes de energía se convierten en los reguladores de la vida y de la comunicación inteligente. Algo así como que las explosiones gamma son a la vida en la Tierra como el gran meteorito a los dinosaurios o el Vesubio a Pompeya.

Mediciones y cálculos indican que, actualmente –a trece mil quinientos millones de años del Big Bang–, los estallidos se producen en el orden de magnitud de los cientos de millones de años, que es el mismo orden que lo que le demanda a la vida afirmada sobre tierra firme evolucionar a vida inteligente. En los cientos de millones de años rondaría, también, la escala temporal de colonización de la galaxia por parte de una civilización inteligente. ¿Estaremos transitando épocas galácticas en las cuales la mayoría de las civilizaciones estén tratando esforzadamente de superar situaciones bélicas autodestructivas, degradación de sus ecosistemas, superpoblación planetaria, agotamiento de sus recursos naturales y desigualdades sociales suicidas al mismo tiempo que intentan comunicarse entre sí? Probablemente, ya que descartando las inefables historias que aparecen en los medios de comunicación del orbe, no hubo ninguna clase de contacto con inteligencias extraterrestres aún. Nuestro Sistema Solar luce virgen –sin huellas de los megaproyectos de ingeniería interestelar de esa civilización que inevitablemente debió haber colonizado toda la galaxia– y la ausencia de señales radiales inteligentes hasta ya tiene nombre en la jerga científica: el Gran Silencio. Según parece, habrá que esperar la parte del ciclo en la cual el florecimiento de las civilizaciones alcance el nivel mínimo necesario para que la comunicación sea posible antes de la siguiente extinción. ■

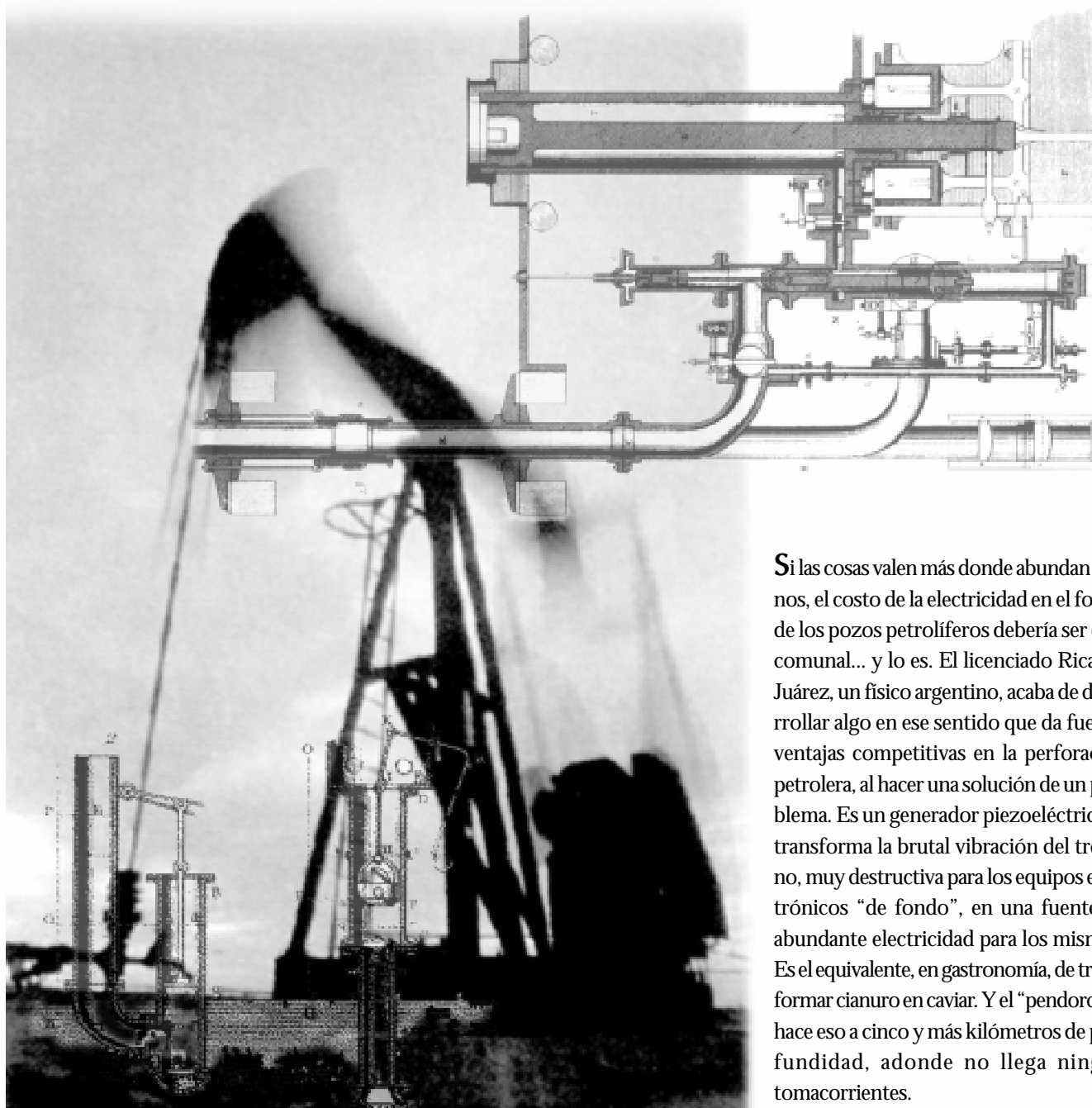
* Asistente de la Coordinación de los Laboratorios Básicos de Enseñanza del Departamento de Física, FCEyN.

Tecnología petrolera

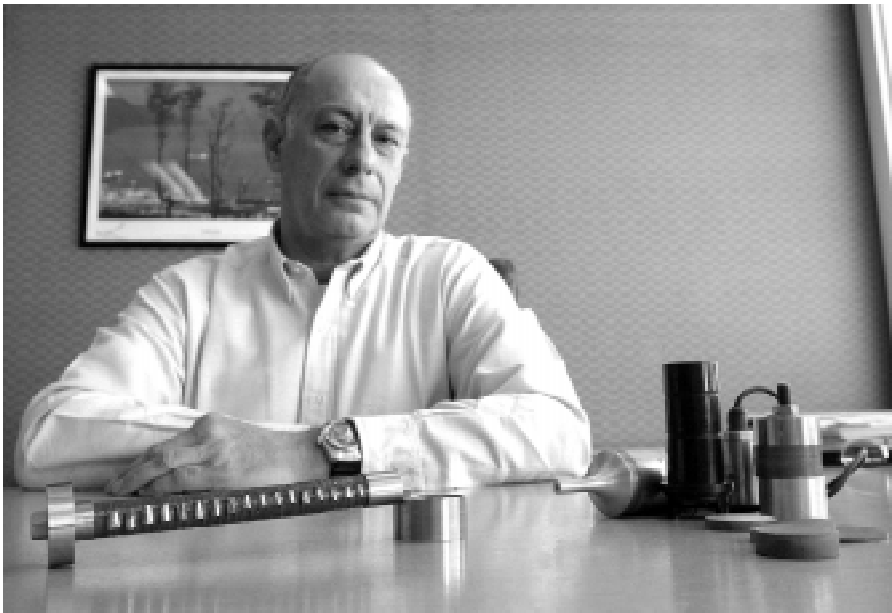
Un invento argentino

por Daniel Arias*

Ricardo Juárez es un top del mercado internacional de perforaciones petroleras y acaba de desarrollar un generador que obtiene electricidad a partir de las vibraciones de los trépanos que horadan las profundidades. Entre otras cosas, esto significa un ahorro de 50 millones de dólares por año para la industria petrolera mundial.



Si las cosas valen más donde abundan menos, el costo de la electricidad en el fondo de los pozos petrolíferos debería ser descomunal... y lo es. El licenciado Ricardo Juárez, un físico argentino, acaba de desarrollar algo en ese sentido que da fuertes ventajas competitivas en la perforación petrolera, al hacer una solución de un problema. Es un generador piezoeléctrico, y transforma la brutal vibración del trépano, muy destructiva para los equipos electrónicos “de fondo”, en una fuente de abundante electricidad para los mismos. Es el equivalente, en gastronomía, de transformar cianuro en caviar. Y el “pendorcho” hace eso a cinco y más kilómetros de profundidad, adonde no llega ningún tomacorrientes.



Ricardo Juárez, físico argentino y especialista en piezoeléctricos.

Esta especie de Magiclick gigante fue una “idea loca” del doctor Ariel García, prospector de tecnología de la firma San Antonio Pride (SAP). La firma da servicios técnicos a las compañías que perforan, y García estaba harto de que las vibraciones le volvieran “ensalada de chips” los delicados y costosos sensores subterráneos. Estos van detrás de la broca, e indican la profundidad y ubicación del frente de avance del pozo, avisan si hay agua, gas o petróleo, y hasta dan parte de si la roca es lo suficientemente porosa como para que el recurso sea explotable.

García consultó con el doctor Gustavo Bianchi, el gurú tecnológico de SAP. Este se enamoró del asunto, removió cielo y tierra hasta encontrar al mejor “piezo-electrólogo” argentino, que es el licenciado en física Ricardo Juárez, ex-FCEyN-UBA... *et voila*: en cinco meses nació un generador casi imposible de destruir: ¿se acuerda lo que duraba la garantía de un Magiclick, según la propaganda? Bueno, sin exagerar, los piezoeléctricos son duros.

Pero además, el generador de Juárez da el doble de potencia que las baterías, lo que significa que los sensores ahora no sólo van a durar mucho más, sino que también van a entregar muchísimas veces más información subterránea en superficie. También van a ahorrar mucha plata que antes “se caía” en el pozo. Hasta ayer

nomás, el único recurso electrógeno allá abajo eran los *packs* de baterías de litio. Con dos *packs* (precio, U\$S 1960), uno puede perforar a lo sumo 2 pozos de 1200 metros de profundidad cada uno (el promedio local), y luego se agotan.

Este piezoeléctrico ahorra baterías, gastos de gestión de residuos ultratóxicos y disminuye la contaminación de acuíferos y de tierras.

De ahí surge el siguiente ahorro: si todas las petroleras locales perforaran como lo hicieron durante 2003 (un año bastante muerto), pero usando el generador de Juárez en lugar de las baterías, podrían ahorrar 1,3 millones de dólares por año. ¿O mucho más? Seguramente mucho más. Porque una vez agotadas, las baterías de litio resultan horrorosamente contaminantes. Y el proceso industrial de eliminación resulta casi tan caro como la gestión de residuos nucleares de baja actividad. Pero obviamente, a este as de espadas tecnológico, SAP lo va a jugar en el truco petrolero mundial, y no sólo en el criollo. ¿Por cuánto? Dos mil tres fue un año activo en términos de andar agujereando el planeta: se hicieron 30.131 pozos de unos 2.000 metros promedio de profundidad, que es como el equivalente

de un único pozo larguísimo de 60.000 kilómetros y monedas (unas cinco veces el diámetro terrestre).

A lo que duran y cuestan las baterías de litio, el trío argentino García-Bianchi-Juárez le va a ahorrar a la industria petrolera mundial alrededor de 50 millones de dólares por año... y eso sin poner en la cuenta los gastos de gestión de residuos ultratóxicos. Tampoco se contabiliza –no hay cómo– la contaminación (mucho más cara) de acuíferos y tierras. Porque aunque usted no lo crea, hay sitios del planeta donde estas baterías agotadas se tiran a la buena de Dios, sobre todo si éste mira para otro lado.

Los piezoeléctricos nos rodean

El principio básico de la piezoelectricidad, descubierto por los hermanos Curie en 1880, dice que cuando ciertos cristales reciben una compresión o tracción, según el caso, emiten corriente. Y a la inversa, al recibir corriente, se comprimen o estiran. Así las cosas, los piezoeléctricos transforman vibración y ruido en pulsos eléctricos, o viceversa.

En ambas prestaciones, estos componentes nos rodean sin escapatoria desde hace 60 años: están en los chisperos para prender la cocina, en los hidrófonos, en los ecógrafos, en los *beepers* de computadoras y teléfonos celulares, en los taladros ultrasónicos, en todos lados.

Amén de historia cotidiana, los piezoeléctricos hicieron Historia (con mayúscula): son la base del sonar (radar acústico subacuático) que, a bordo de los destructores ingleses, entre 1943 y 1945 le costó a Alemania la detección y destrucción de casi toda su hasta entonces invisible flota de submarinos. Los piezoeléctricos ganaron la Batalla del Atlántico.

Los señores del petróleo

El doctor Gustavo Bianchi, químico y especialista en materiales, ya es una celebridad en la investigación argentina. Pero lo raro de su caso es que es más célebre aún entre los empresarios nacionales. Bianchi se formó en materiales en la hoy alicaída Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), a la que sigue considerando su alma mater, y en la cual era llamado “el Loco” porque hacía lo que viniera y se peleaba con quien fuera con tal de que un proyecto suyo llegara a término. Cuando YPF se privatizó pero seguía siendo argentina, la petrolera de Estenssoro y Monti se lo llevó para hacer un centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

A los dos años, la cosa estaba empezando a dar frutos cuando YPF fue absorbida por la española REPSOL, y Bianchi se mandó a mudar a Houston, a dar clase de materiales y petróleo en la Texas University. Allí estaba por pasar a tener una cátedra propia cuando lo tentó San Antonio, firma argentina que Goyo Pérez Companc acababa de vender a Pride. Entonces a Bianchi le pusieron 30 millones de dólares en la mano y le dijeron: “Somos poco y nada, una firmita de 60 millones por año de facturación total que tiene que competir contra monstruos como la Baker, de 5000 millones por año, o la Halliburton, de 3500... Hacete los mejores laboratorios en Houston, y danos la mejor tecnología. Queremos diez años de ventaja tecnológica sobre los fierros *top* de todos los demás”. Bianchi devolvió 27 millones, se quedó con tres, y contestó: “Con ésto me alcanza y sobra, y los laboratorios los voy a hacer en Neuquén”. Corría diciembre de 2001, la Argentina estaba poco menos que en llamas, y los dueños de Pride pensaron que su

argentinito se les había chiflado... Pero de todos modos le dieron la plata.

Un año y medio más tarde, con sus nuevos desarrollos de ingeniería y química, la mayor parte de los cuales vienen de INVAP y de la FCEyN-UBA, San Antonio Pride duplicó su facturación y se transformó en la líder tecnológica mundial del rubro. Gigantes mundiales como la General Electric, cuando quieren meterse en el tema de servicios petroleros, “baipasean” Houston y llaman directamente a Neuquén.

Ricardo Juárez es otro que se las trae. Físico, docente universitario, buzo, motociclista, experto tirador con fusiles antiguos, individualista, este licenciado de la FCEyN, de 56 años, es uno de los muchos expertos que la Argentina supo formar con excelencia para luego desaprovechar en el caos y la inopia de su sistema científico. Cuando lo contrató Gustavo Bianchi, en 2003, Juárez ya era otro perito en frustraciones tecnológicas.

Piedra libre a un cerebro

En los 70 y 80, Juárez había diseñado hidrófonos piezoeléctricos para la Armada, que alguna vez quiso una red de escuchas fijas en el fondo marino para controlar la navegación civil (y la actividad submarinística ajena) en el Mar Argentino. Esto se podía hacer desde tierra, reduciendo costos de patrullaje a ciegas, y a la larga prometía malos tiempos para los pescadores ilegales.

Pero la Armada discontinuó el proyecto, pese a su lógica económica y a su incipiente éxito técnico. Hoy la sobrepesca incontrolada en la plataforma le supone pér-

Gustavo Bianchi, químico y especialista en materiales.



Foto: Roberto Pera

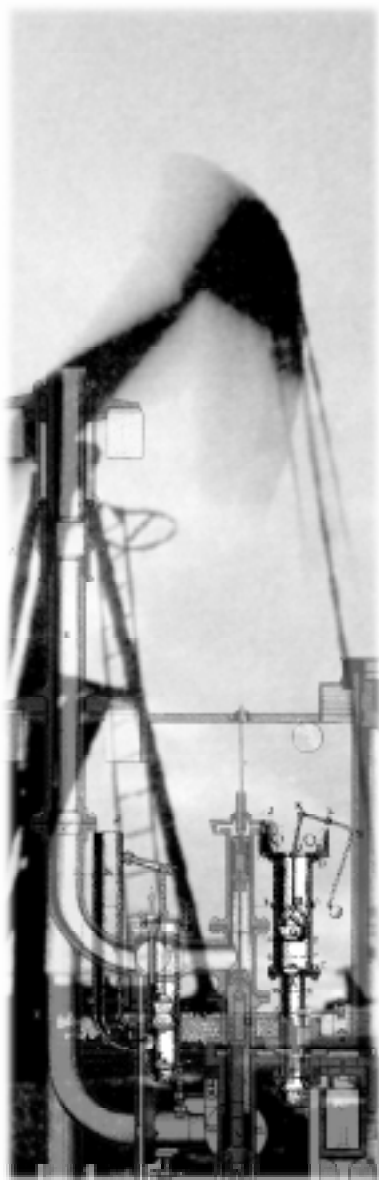
didas a la Argentina de varios centenares de millones de dólares anuales, y la permanente posibilidad de que entre 20 y 30 mil obreros pesqueros locales queden en la calle cuando caen los stocks de merluza, calamar o langostino.

Juárez tuvo tropiezos con otras miopías. Trabajó para Ralco, una firma electrónica argentina. Allí diseñó componentes avanzados hasta el cierre de la empresa, a mediados de los 90, en un cuadro de primarización (pérdida de actividades complejas) para toda la economía. Juárez fue, además del elenco del doctor “Paco” de la Cruz, de la CNEA, el único físico argentino que, en 1987, pudo imitar a los tecnólogos de la IBM y fabricar cerámicas superconductoras a altas temperaturas. En 2003, Bianchi, ya devenido *broker* de cerebros criollos para el capital petrolero, buscaba al mejor tecnólogo local en piezoeléctricos, lo halló en Juárez y no exactamente en el mejor momento de la carrera de éste. A los 55 años, Juárez vivía de una beca de investigación universitaria de 600 pesos, sin goce de jubilación... y además estaba por perderla. Sin comentarios.

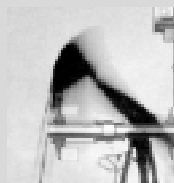
En esta larga historia tecnológica faltaba una “ranada” criolla, como la que motiva este artículo, y finalmente llegó. Pero los compatriotas involucrados trabajan en una empresa tejana nada común. Por cuestiones de visión corta, tanto el

Estado como las empresas en Argentina invierten poco o nada en innovación tecnológica local. SAP, la firma de marras, va a contramano de esta tendencia: ha hecho una costumbre de ganar mucho dinero asociándose selectivamente al sistema

científico local, algunos de cuyos miembros han incrementado sus escuetas entradas gracias a esta alianza. Lo importante, sin embargo, es que la movida repercutió en Houston e hizo aparecer a la Argentina en un mapa inesperado.



¿Qué es un generador piezoeléctrico?



El elemento piezoeléctrico es una ringla de anillos cerámicos de titanato y circonato de plomo, material con más pinta de metal que de cerámica. Los anillos están conectados en paralelo, encerrados en un ambiente blindado tubular que separa su relativa fragilidad de las demoledoras condiciones de temperatura, presión y abrasión del fondo de pozo.

La electricidad producida por las vibraciones del trépano sobre las cerámicas alimenta de corriente a tres sistemas. Primero, los sensores de la sarta de fondo (que miden la composición química y física de la roca y acusan el hallazgo de agua, gas o petróleo). En segundo lugar, una computadora con la capacidad de una Pentium III (para procesar datos y dirigir la navegación subterránea del trépano). En tercero, los equipos de comunicaciones con la lejana superficie.

En su versión de escala real (70 centímetros), el invento argentino suministra hasta 20 vatios, la mitad de la potencia de

una lamparita común. Puede parecer poco, pero es el doble del rendimiento de la mejor fuente contemporánea de potencia para fondo de pozo.

Las unidades más modernas de hoy son ristras –de hasta siete metros de largo– de baterías de litio, de duración acotada y tremendamente contaminantes una vez que se agotan. También existen turbinas electrógenas de fondo, accionadas por el torrente de barro líquido que se inyecta a presión desde la superficie para enfriar los trépanos y retirar el cascajo. Pero tales turbinas “a barro” se destruyen rápidamente, roídas por el pedregullo, y además generan campos magnéticos que enloquecen los sensores de la sarta de fondo.

Compacto, no contaminante y de muy larga vida, el equipo de Juárez cambia las cosas. Su mayor potencia permite obtener y transmitir más y mejores datos sobre el ambiente subterráneo. “En lugar de ‘leer’ lo que hay hasta a un metro alrededor de la pared del pozo, ahora podemos saber lo que hay bastante más lejos», dice Bianchi. Cuando se le pregunta cuánto más lejos, sonríe y se calla, dando a entender que por ahora es un dato interno. Pero la sonrisa es la de uno que está acostumbrado desde hace tiempo a ver más lejos.

En el mapa petrolero, nuestro país ya figuraba como pequeño exportador de crudo y gas sin valor agregado. Pero ahora, para ciertos decisores petroleros *top*, Argentina aparece en el mapa del *outsourcing* de servicios de pozo: es una fuente externa de ideas, plasmadas en “fierros” y sustancias químicas de fabricación local.

Outsourcing científico en la Argentina

El *outsourcing* es un fenómeno mundial. Nació en Estados Unidos a fines de los 80, cuando sus firmas de software empezaron a nutrirse de la excelente –pero comparativamente barata– materia gris que la India había formado en computación durante décadas.

Gracias a la nueva tecnología nacional, la empresa YPF duplicó su facturación en un año.

La Argentina no hizo mucho por atraer esta fuente alternativa de recursos para su empobrecido *establishment* científico. Sin embargo, el asunto fue una obsesión durante dos décadas para el mencionado Bianchi, experto en materiales formado en la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y en YPF. Por fin pudo darse el gusto desde una multinacional de servicios a pozos petroleros, como es SAP.

Gracias a su nueva tecnología “made in Argentina”, amén de mejoras en gerenciamiento y mercadeo, en 2003 esta em-

presa facturó el doble que el año anterior. Lo fundamental en este salto de 60 a 120 millones de dólares por año fue la seguidilla de impresionantes mejoras respecto del “estado del arte” existente en ingeniería y química de pozos que produjo SAP, y que la colocan a la cabeza del mundo en su rubro. Y tales desarrollos fueron frutos de su alianza estratégica con la firma nuclear y espacial rionegrina INVAP, con MR Technologies de Córdoba, y con equipos selectos de las universidades nacionales de Córdoba, Comahue y Buenos Aires.

El generador piezoeléctrico del licenciado Juárez, sin embargo, es más que una mejora de lo ya existente. Marca un antes y un después. ■

* Periodista especializado en ciencia y tecnología.

Experimentos y leyes universales

El ignorado señor del péndulo, y su péndulo

por Ricardo Cabrera ricuti@qi.fcen.uba.ar

Como parte de las actividades de Buenos Aires Piensa la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales construyó un péndulo que está suspendido del techo por una cuerda de 27 metros de largo, y cuya oscilación describe una vuelta completa cada 42 horas. Con un artefacto similar, Jean-Bernard-Léon Foucault realizó, en 1851, la primera demostración experimental de la rotación de la Tierra.



El físico Jean-Bernard-Léon Foucault (no confundir con Michel, el filósofo) nació en París en 1819, donde vivió hasta 1868. Adquirió gran fama por la invención del péndulo que lleva su nombre y que fue la primera demostración experimental de la rotación de la Tierra, hecho del que nadie dudaba en aquella época, pero del que tampoco nadie encontraba un experimento decisivo.

Foucault lo descubrió por casualidad: trabajaba en su torno con una varilla metálica de aproximadamente un metro de largo cuando, por accidente, la punta de la varilla comenzó a vibrar en una dirección. Al hacer girar el mandril que sujetaba la varilla, la dirección de la vibración en la otra punta no rotaba, se mantenía indiferente al giro del torno que la amordazaba. En un salto en largo imaginario Foucault indujo correctamente que la oscilación de un péndulo también sería independiente del movimiento de rotación del punto de sujeción al techo, y a los pocos días, el 8 de enero de 1851, lo comprobó en su propio taller con una masa de cinco kilogramos y un hilo de dos metros de largo. El péndulo oscilaba, y la dirección del vaivén giraba

lentamente a lo largo del día. Pero el perezoso viraje del plano de oscilación del péndulo no era otra cosa que una ilusión de los observadores parados en el mundo e incapaces de percibir su propia rotación junto con la Tierra.

En febrero fue invitado a reproducir la experiencia en el Observatorio de París, esta vez con un péndulo de 11 metros de largo y una masa de 28 kg. En esa ocasión Foucault afirmó que el giro aparente del plano de oscilación describiría una vuelta completa por día en los polos mientras que iría disminuyendo según el seno de la latitud hasta hacerse nulo en el ecuador.

Ese mismo año se decidió hacer una demostración pública, esta vez bajo la cúpula del Panteón, con una altura de 67 metros y un período de 16 segundos. Un estilo colocado bajo la esfera trazaba marcas sobre arena húmeda ante el asombro de los ciudadanos parisinos que acudieron en masa respondiendo a la consigna “ven-ga a ver cómo gira el mundo”. El péndulo necesitaba un nuevo impulso cada cinco o seis horas, pero durante ese tiempo el plano ya había girado entre 60 y 70 grados en sentido horario, como era de esperar.



El ignorado señor

Pese a la fama lograda por este descubrimiento, los aportes de Foucault a la ciencia y la tecnología son tan ignorados como relevantes. Por ejemplo, preocupado por la demostración de la fórmula del seno (que pese a sus esfuerzos no logró derivar), se abocó al diseño de un instrumento capaz de comprobar la rotación de la Tierra y que fuera independiente de la lati-

Longitud

$l = 27,35 \text{ m}$

Doble amplitud máxima

$2A_{\text{máx}} = 2600 \text{ mm}$

Flecha máxima

$F = 31 \text{ mm}$

Abertura máxima

$\alpha = 2,7^\circ$

Energía inicial de la oscilación

$E = 8 \text{ J}$

Velocidad máxima en el centro

$V_c = 0,8 \text{ m/s}$

Período de oscilación

$T = 10,4 \text{ s}$

Período de rotación aparente del plano de oscilación

$T_r = 42 \text{ h } 20 \text{ min}$, sentido de giro antihorario (23 h 56 min / sen latitud)

Tiempo que tarda en detenerse por sí solo

$DT = 6 \text{ h}$ (aprox.)

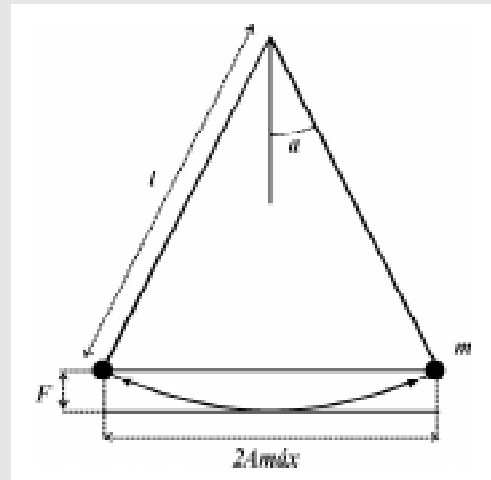
Esfera:

fundición de hierro gris de 19 cm de diámetro y masa $m = 26 \text{ kg}$

Sistema de suspensión:

balancines en ejes ortogonales tipo cardan realizados con cuchillas de acero Especial K, templado y rectificado. Eje montado sobre serie de crapodinas verticales y bulón extensor para regulación fina de longitud.

FICHA TÉCNICA



Cuerda:

Alambre de acero trefilado en frío, ASTM 227 Clase II (cuerda de piano), de 1,75 mm de diámetro con resistencia a la ruptura superior a 5.000 N.

Se halla prevista para el año que viene una segunda etapa de construcción para adosarle un sistema electromagnético de recuperación de energía para que el péndulo no se frene y mantenga una amplitud constante. El proyecto completo con los planos de diseño y construcción puede encontrarse en www.fcen.uba.ar/pendulo.

tud. Y lo logró: inventó el giróscopo, que consiste en una rueda giratoria cuyo eje se mantiene libre e indiferente de cualquier movimiento exterior. Pocos advierten que el giróscopo es la base de la navegación aeroespacial sin cuyo auxilio no se hubiera podido desarrollar.

Otros logros importantes fueron la medición de la distancia al Sol y la velocidad de la luz en aire y en el agua, con una precisión mayor a la lograda hasta entonces. Pero la más substancial contribución a la ciencia la hizo al desarrollar un método de control de superficies espejadas que permitió construir telescopios de gran tamaño. Con la asistencia de estos nuevos

telescopios, desde uno de 80 centímetros de diámetro que él mismo construyó hasta los gigantes de varios metros que empezaron a aparecer por todo el mundo, la astronomía y el conocimiento del universo pegaron un salto escalofriante. La tecnología moderna –con láser e interferencia– tardó más de cien años en superar la ingeniosa técnica de cortar sombras con una cuchilla que ideó Foucault y que los astrónomos aficionados siguen utilizando.

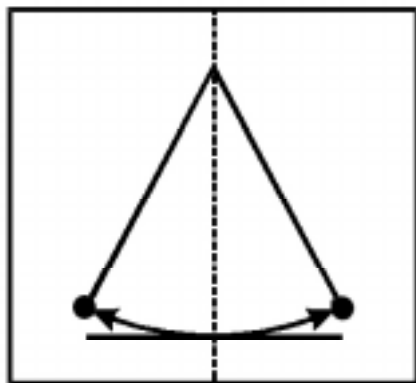
Colgados del Universo

En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA el plan de construir un péndulo de Foucault tiene no menos

CÓMO FUNCIONA

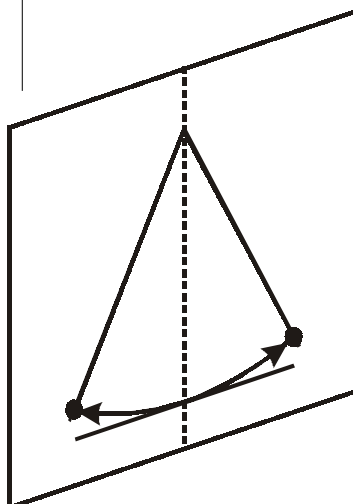
1

El péndulo oscila, y el movimiento, tanto de la masa como del hilo, queda incluido en un plano vertical inmóvil.



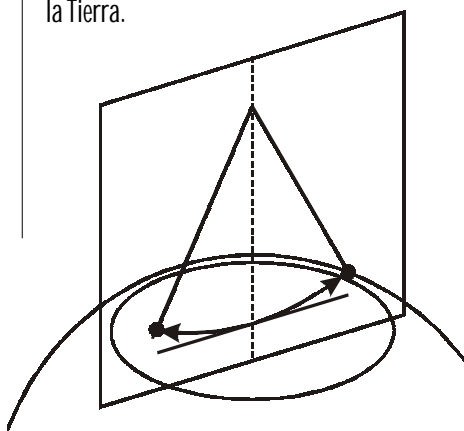
2

Plano inmóvil en perspectiva



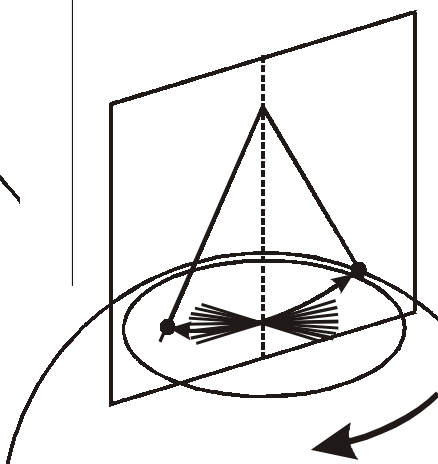
3

Esquema que muestra el péndulo oscilando, el plano de oscilación inmóvil, la tarima o plataforma, y la Tierra.



4

La Tierra no está inmóvil, sino que gira dando una vuelta completa cada 24 horas. El péndulo, a medida que la Tierra rota debajo suyo, va marcando líneas en la arena que cubre la tarima. El observador no percibe el movimiento terrestre; interpreta en cambio, que lo que gira es el plano de oscilación del péndulo.



La consulta (o protesta) más habitual cuando un visitante se acerca al péndulo es: ¿por qué el plano de oscilación no gira, por qué se queda quieto (si es que se queda quieto), y nos permite percibir la rotación de la Tierra? Generalmente ante semejante duda no queda otro remedio que tomar una pequeña plomadita e improvisar un péndulo de Foucault en miniatura. Ante los ojos sorprendidos del visitante aunque la persona que sostiene el péndulo comience a girar, el plano de oscilación se mantiene invariante. Incluso mientras la plomada oscila hacemos rotar el hilo rápidamente varias vueltas (deslizándolo una mano sobre otra se consigue fácilmente). Ahora la plomada gira como un trompo, para un lado y para el otro... pero no hay vuelta, el plano de oscilación permanece quieto, indiferente.

-Macanudo- dice ahora el visitante-, ahora le creo. Aunque el techo gira con la Tierra y hace girar la cuerda del péndulo, el plano de oscilación se queda quieto. OK. ¡Pero por qué hace eso!

-Créame, mi amigo. Nadie lo sabe. No tenemos respuesta para esa pregunta. Sabemos que el universo obra de esa manera, y a ese comportamiento lo llamamos "principio de inercia". Creemos que no puede deducirse de verdades anteriores, por eso lo llamamos "principio".

de 10 años. Sin embargo, la movida de *Buenos Aires Piensa* le dio el impulso definitivo. Trabajaron docentes, estudiantes y también empleados no docentes de la Facultad. Hoy se lo puede ver mecerse sin apuro mientras cuelga del techo del pabellón II de Ciudad Universitaria a 27 metros del piso. En ir y venir tarda un poco

más de 10 segundos: para un péndulo, una eternidad. La esfera pesa 26 kilogramos y se desplaza sobre una tarima que permite visualizar la rotación de la Tierra a 8,5 grados por hora. Nadie pasa cerca sin quedar momentáneamente hipnotizado. Poco a poco, oscilación tras oscilación, van cayendo en la cuenta de lo que el péndulo cuen-

ta. Y no hay quien no se estremezca.

La fuerza atractiva del péndulo radica posiblemente en la sencillez del experimento, y en su serena elegancia. Pero lo cierto es que desde su creación se ha convertido en un ícono de la ciencia, un símbolo del pensamiento racional, un emblema que nos conecta con las leyes del universo. ■

Sergio Sancho, ganador del premio Google

La barba es lo de menos

por Guillermo Mattei* gmattei@df.uba.ar

Fotos: Paula Bassi

Un estudiante de la FCEyN: Sergio Sancho, acostumbrado a los laureles en competencias internacionales de programación. Una carrera de la FCEyN: la licenciatura en Ciencias de la Computación, acostumbrada a generar graduados que aprenden por sí mismos a resolver (rápido y bien) problemas inéditos. Resultado: un premio top y 10 mil dólares.

"Hola, ¿hablo con el FBI? Quiero hacer una denuncia. En este preciso momento, sentado en una de las PCs de mi cyber, hay un joven que dice haber venido a América a una competencia de programación o algo así; pero su aspecto es, sin dudas, el de un terrorista: menos de treinta años, cabello y barba negra, algo menos de un metro setenta de estatura, delgado y con una mirada demasiado inteligente para la gente de su edad que pasa por aquí... ¿La dirección? Magnolia Boulevard y Willys Avenue, Hollywood".

"Hola, ¿FBI? Aquí Larry Page de Google... Sí, la de los buscadores de Internet... No, soy el fundador. Nuestra corporación necesita que ustedes den luz verde a una visa con vencimiento indefinido para Sergio Sancho... No, no es un cantante cubano, es un estudiante universitario argentino que dentro de poco obtendrá su título de grado en Ciencias de la Computación en la Universidad de Buenos Aires... No, Argentina dije, más al sur. Nuestra intención es incorporarlo cuanto antes al staff de la compañía".

Más allá de alguna cuota de ficción, en las anteriores citas las anécdotas son reales. No tan increíble para el país de las libertades individuales, la policía californiana interrogó al alumno de ciencias de la computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Sergio San-



cho –en su paso por una de las tantas competencias internacionales en las que participó representando a la Argentina en certámenes de programación para estudiantes universitarios– sólo por portación de aspecto personal. Sin embargo, luego de quedar primero entre siete mil quinientos programadores *top* en la competencia anual que organizó Google a mediados de octubre del 2004, Sancho podría tener un futuro próximo en esa megaempresa de informática o en alguna otra... pero sólo por su capacidad intelectual.

Genética y evolución

“Mi inclinación por la computación debe ser genética”, arriesga Sergio Sancho, como una explicación a su vocación. De madre profesora de matemáticas de la enseñanza media y padre físico y químico, Sancho reconoce que, desde los nueve años, las matemáticas, los juegos de ingenio y la computadora del padre eran parte de sus principales estímulos.

“La secundaria la hice en la escuela técnica República Francesa, de Cuba y Blanco Encalada (Ciudad de Buenos Aires), en la orientación electrónica”, relata Sancho y agrega muy convencido: “Para no perder el tiempo, me pareció más adecuado formarme primero en electrónica en la escuela secundaria y luego en computación al mejor nivel universitario”.

Finalizando la secundaria, no resulta difícil imaginar hoy cuál habrá sido la información que manejaban Sergio y sus padres acerca del mejor lugar para cursar estudios universitarios en ciencias de la computación: la FCEyN. “Los primeros años de la carrera los hice bien y rápido, con mucha decisión y trabajos de pocas horas”, explica Sancho. Pero la atracción por otros desafíos intelectuales fue más fuerte. El trabajo continuo en empresas de informática, las competencias internacionales de programación y su afición por el juego del go, entre otras cosas, hicieron que su título de grado todavía sea una asignatura pendiente. “Voy lento en la carre-



ra”, confiesa Sancho y aclara que sólo le faltan algunas materias y la tesis de licenciatura. Sin embargo, “el resultado de la competencia de Google me obliga a reflexionar sobre los objetivos de mi futuro inmediato”, asegura Sancho. Tal vez la última parte de su carrera sea como la primera.

Así en la empresa como contra el reloj

“Siempre trabajé. Durante el último año de la secundaria obtuve una pasantía en NCR, di clases particulares, desarrollé programas y después fui docente en mi escuela dándole clase a los profesores... Fue muy divertida esa inversión de roles. Más tarde entré en Clarín Digital –cuando Internet era para pocos–, luego a Telesoft –una consultora de Personal Telecom– y ahora estoy en Core Security Technologies, una empresa argentina de seguridad informática”, enumera Sancho.

Las competencias informáticas aparecen en la vida de Sergio Sancho con una

pequeña frustración y no por haber perdido: “En la escuela secundaria hubo un malentendido con las fechas de la Olimpiada de Informática y me quedé afuera...”, recuerda con un dejo de ironía. Sin embargo, la salida a la arena informática no se hizo esperar. La madre de Sergio compraba una revista de juegos de ingenio en cuya contratapa se publicaban los enunciados de cuatro interesantes problemas abiertos destinados a elegir, entre los lectores, a los cuatro representantes argentinos al Segundo Campeonato Mundial de Juegos de Ingenio en Brno (República Checa). Sancho resultó tercero entre cincuenta postulantes y así tuvo su debut internacional en 1993. “De Brno tuve que volverme rápido para poder participar en un torneo nacional de electrónica, en el cual yo competía en la categoría de resolución de problemas por computadora pero, por otro malentendido, tuve que participar solo por no haberme enterado de que los equipos eran de tres integrantes cada uno...”. De todas maneras, Sancho ganó él solo contra todas las ternas.

En el 2001, ya como estudiante de Exactas, Sancho acudió a la convocatoria anual del Departamento de Computación para elegir los dos equipos de tres alumnos que representarían a la UBA en las competencias universitarias conocidas como ACMs. “Formamos equipo con Flavia Bonomo y Darío Fischbein y salimos décimos en Hawaii 2002 y decimosegundos en Hollywood 2003 entre sesenta y cuatro equipos de todas las universidades del mundo”, relata Sancho. Un detalle: en Hawaii el equipo argentino terminó arriba de todas las universidades estadounidenses.

Google. Sergio Sancho. Search

Si de competencias de programación *on line* se trata, nada mejor que el sitio de Internet Top Coder para organizarlas: la irrestricta Top Coder Open y la Top Coder Collegiate Championship, reservada para estudiantes universitarios, son las princi-

pales. Sin embargo, Sancho aclara que “el año pasado Google le pidió a Top Coder que organizara un torneo anual para ‘conocer gente’ denominado el Google Code Jam”. Top Coder hizo la preselección entre siete mil quinientos postulantes de cien países, que luego se redujeron a doscientos cincuenta y, finalmente, a los cincuenta que viajan a la sede de Google en Mountain View, Silicon Valley (California, Estados Unidos). Sancho explica: “Con varios compañeros de trabajo nos la pasamos postulándonos para este tipo de desafíos. Yo había resultado ser uno de los veinticinco finalistas en la Google Code Jam del año pasado, y no me había ido bien, pero este año participamos todos de nuevo y yo pude llegar a la final”.

Google conoció a Sancho, pero ¿Sancho tendrá la camiseta puesta? Todavía duda entre la academia y el profesionalismo.

La final consiste en la resolución de tres problemas con la computadora en una hora y treinta y cinco minutos. “Uno sabe de antemano, por el puntaje, cuál es el problema fácil y cuál el difícil, pero cuando abris el problema te empieza a correr el tiempo y los puntos pueden esfumarse si no vas a la velocidad suficiente. Además, aparecen los dilemas estratégicos: ¿cuánto tiempo puedo consumir en pensar y probar antes de enviar la respuesta?”, explica.

La competencia tiene tres fases: la primera –una hora y cuarto– de resolución de problemas, la segunda –cinco minutos– de un inexistente descanso y la tercera –quince minutos– de desafío a los contrincantes. En esta última fase, cada participante puede desafiar a sus contrincantes tratando de encontrar errores en sus programas pero tan sólo con leerlos, no ejecutarlos. Si la objeción falla, los puntos se vuelven en contra. “En la final tiré



dos desafíos y los acerté, pero, a la vez, yo no fui desafiado o los desafíos fallaron”, explica Sancho.

La justa termina con un descanso general y una instancia de *system test* en la cual las computadoras corren los programas de los participantes con los casos de prueba creados por los diseñadores de los problemas. “Es la hora de la verdad: a diferencia de las ACMs, uno no sabe cómo le fue hasta que lo determine el sistema”, confiesa Sancho. El 15 de octubre de 2004, después del test, Google anunció: “Sergio Sancho, un estudiante de ciencias de la computación de la Universidad de Buenos Aires, es el ganador de la Google Code Jam y se lleva el primer premio de diez mil dólares”. Un estudiante del Caltech y otro del MIT ocuparon el segundo y el tercer lugar.

Quo vadis, Sancho

“A mí siempre me gustó la idea de conocer los fundamentos de las cosas y entender el porqué antes que manejar mecánicamente las herramientas del conocimiento. Considero que una base educativa científicamente fuerte, más un poco de voluntad personal, te permiten aprender, por tus propios medios y en poco tiempo, casi todo lo que necesites. En este sentido, la licenciatura en Ciencias de la Computación de la FCEyN aporta una sólida base para trabajar en lo que quieras y, por ejemplo, independizarte de la sobrevida del lenguaje de programación que eventualmente aprendiste. Hay lenguajes clásicos que parecen inmortales, como *C/C++*, pero el resto puede desaparecer y entonces...”, analiza Sancho, y acota con gran seguridad: “yo creo que si tuviera que elegir carrera de nuevo, elegiría esta misma”.

¿El futuro? Google conoció a Sancho, pero ¿Sancho ya tendrá la camiseta puesta? Sancho confiesa: “Todavía estoy en la disyuntiva entre la academia o el profesionalismo. Es algo acerca de lo cual pienso mucho en este último tiempo. Yo siempre trabajé y me parece que tiendo más a aquello que signifique hacer cosas concretas en informática antes que a la investigación básica. Sin embargo, la idea de desarrollar conocimiento en el contexto concreto de las empresas también me seduce”.

“Si hubiera una oferta laboral de Google, sería tentadora; pero tengo claro que no me gustaría trabajar muchos años afuera del país. Si fuera posible, me quedaría o trataría de volver después de algún tiempo de hacer cosas afuera”, aclara Sancho, y agrega: “Si pudiera hacer algo por el país, lo haría; no sé, algo... un granito de arena”.

Aún no sabemos si Sergio Sancho iniciará su carrera como graduado en la empresa Google, pero lo que sí sabemos es que se afeitó la barba simplemente porque se le dio la gana. ■

* Asistente de la Coordinación de los Laboratorios Básicos de Enseñanza del Departamento de Física. FCEyN

Nuevos usos de plantas transgénicas

La farmacia en el campo *y otras yerbas*

por Susana Gallardo sgallardo@bl.fcen.uba.ar

Las plantas modificadas genéticamente pueden funcionar como usina de productos farmacéuticos. Y algunas empresas argentinas han decidido invertir en el conocimiento generado en la Universidad de Buenos Aires y el Conicet con el fin de desarrollar proyectos que arrojen buenos réditos. Alejandro Mentaberry, profesor de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales e investigador del INGEBI-Conicet, se encuentra a la cabeza de un equipo de 25 investigadores, con varios proyectos de transferencia tecnológica en marcha. Uno de ellos tiene el respaldo de la incubadora de la FCEyN.



Que el esfuerzo y los recursos invertidos durante años en la investigación básica pueden rendir jugosos frutos en la industria es algo que ya fue demostrado reiteradas veces en las últimas décadas. Sin embargo, esta práctica es reciente en nuestro país. Un ejemplo ha sido la producción de vacas transgénicas para obtener proteínas de uso farmacológico a partir de la leche. Lo nuevo, ahora, es la producción de fármacos en plantas.

“La obtención de proteínas biofarmacéuticas en plantas tiene la ventaja de que permite reducir los costos y salvar las limitaciones de otros sistemas, como el cultivo de bacterias o de células animales”, señala el doctor Alejandro Mentaberry, profesor en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA (FCEyN) e investigador del Conicet.

En concreto, lo que está realizando el equipo que dirige Mentaberry es introducir, en plantas de tabaco, el gen del factor de crecimiento epidérmico humano, una proteína de aplicación en tratamientos de cicatrización. Se trata de un convenio entre el Instituto de Ingeniería Genética y Biología Molecular (INGEBI) y la empresa argentina de biotecnología Biosidus, con



el apoyo de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Otros proyectos en la línea de insertar genes foráneos en plantas incluyen la obtención de pasturas resistentes a los suelos salinos, plantas de soja que puedan hacer frente a ciertos hongos patógenos que ya son epidemia, cultivos de papas que se aguanten el ataque de bacterias, y la lista continúa.

Tras la cosecha de una pomada

Ciertas plantas de tabaco ya no serán empleadas para fabricar cigarrillos, pues incluyen genes que las convierten en potenciales productoras de fármacos, lo cual incrementa en miles de dólares su valor agregado. El gen en cuestión contiene la información precisa para que la planta fabrique la proteína que estimula el crecimiento de la piel. Lo fundamental es que esa sustancia pueda ser extraída de la planta en cantidades suficientes como para alcanzar un rédito económico. Con ella será posible, luego, producir un fármaco ya sea en forma de pomada, para tratamientos de uso externo, o para administración por vía oral o inyectable, incluso como colirio para tratamientos de la córnea. En los últimos años se ha demostrado que esta proteína es capaz de estimular el proceso de reparación de heridas, y sus aplicaciones son numerosas, incluso en tratamientos contra el acné.

Claro, insertar un gen y que éste se exprese de manera que la planta produzca las cantidades de proteína que uno desea no es tarea fácil. “Probamos diferentes estrategias”, señala Mentaberry. Los investigadores integraron el gen de interés al genoma del núcleo celular de la planta y eso permitió que la proteína resultante fuera exportada al espacio extracelular, de

donde fue posible cosecharla. Esto dio una cantidad interesante de proteína con actividad biológica. “Si se compara esta proteína obtenida de la planta con la proteína natural, se observa que las propiedades son indistinguibles”, asegura el investigador.

Un rasgo característico de las plantas es que poseen tres genomas: el del núcleo, el de la mitocondria (central energética de la célula), y el del cloroplasto, organela en la que se produce la fotosíntesis. Los investigadores han probado insertar el gen foráneo tanto en el genoma del núcleo como en el del cloroplasto. “Este componente de la célula vegetal es una especie de bacteria ancestral introducida en el interior de la célula eucariota. Producir un fármaco en ella es como fabricarlo en bacterias”, explica, y agrega: “La ventaja es que produce mucho más”. De hecho, la célula vegetal tiene un solo núcleo pero muchos cloroplastos, en consecuencia, si éstos tienen el gen de interés en su genoma, la producción de proteína va a ser mayor.

¿Por qué fabricar proteínas en una planta? Por sus bajos costos. Para obtener más producción basta con aumentar el área cultivada.

Otra estrategia es integrar un virus con la proteína recombinante en el genoma nuclear de la planta. De este modo, cuando la planta empieza a producir virus, que está incorporado en forma constitutiva en cada una de sus células, el virus se replica una enorme cantidad de veces y, al mismo tiempo, lo hace la proteína de interés. Este sistema tiene la ventaja de que permite producir una enorme cantidad de proteína.

El problema es que las plantas se defienden de los virus: los degradan y los silencian. Mentaberry señala: “Tenemos que trabajar para superar la defensa de la planta”. De hecho, esto se opone a lo que este investigador viene realizando desde hace más de una década: aumentar las defensas de las plantas ante los microorganismos.

“Lo recomendable es tener la mayor cantidad posible de estrategias de expresión para la misma proteína, y ver en qué forma se obtiene mayor cantidad”, reflexiona el investigador. El hecho es que no se puede saber de antemano qué proteínas se van a degradar en el citoplasma de la célula o mantenerse estables.

Ventajas verdes

¿Por qué fabricar proteínas en una planta? La respuesta es simple: los bajos costos. Cuando se necesita obtener grandes cantidades de un producto, sólo basta con aumentar el área cultivada. Cierta tipo de proteínas, por ejemplo, los anticuerpos para las terapias contra el cáncer, que se necesitan en grandes cantidades, constituyen el candidato ideal para la producción en la biomasa vegetal, que resulta casi ilimitada. En principio, se puede producir toda la que uno quiera.

Una proteína puede fabricarse de muy diferentes maneras: en un animal superior, por ejemplo un mamífero, como la cabra o la vaca, para que pueda extraerse a partir de su leche. Otra forma es hacer trabajar a las bacterias en un fermentador. Ambas alternativas pueden ser costosas si se trata de obtener grandes cantidades de un producto. En un caso, sería necesario clonar un número grande de animales. En cuanto al fermentador, si se quiere aumentar la producción, puede resultar oneroso



duplicar un establecimiento de fermentación con las condiciones especiales de temperatura y esterilidad, entre otras, que ello requiere. En cambio, en el caso de las plantas, las técnicas agrícolas se encuentran ya muy desarrolladas para cada tipo de cultivo. A lo sumo será necesario invertir en fertilizantes y en mano de obra para la cosecha.

Pero claro, no todo es sencillo. En el caso de la planta del tabaco, ésta produce anualmente grandes volúmenes de biomasa por hectárea y la producción de la proteína de crecimiento epidérmico será redituable sólo si es obtenida en abundantes proporciones. De otro modo, resultan costosos los métodos de purificación. “Actualmente estamos llevando a cabo la extracción de la proteína en escala piloto para examinar si el proceso es económicamente rentable”, indica el doctor Fernando Bravo-Almonacid, investigador del Conicet, quien está a cargo de este proyecto.

Pasturas saladas

Otro proyecto que acaba de iniciarse gracias al aporte de un inversor es el desarrollo de pasturas resistentes a los suelos salinos. Esta idea, que surgió del trabajo de un grupo de estudiantes de la materia Agrobiotecnología, que dicta el doctor Mentaberry en la FCEyN, ganó en el año 2003 un premio otorgado por la Asociación de Semilleras Argentinas. (Ver EXACTAMENTE nro. 27).

La incubadora de empresas

¿Qué ofrece una incubadora a un emprendedor? Según detalla Leandro Roldán, ingeniero industrial con experiencia en pymes, una incubadora provee diferentes servicios. Lo más básico es dar un espacio de oficina, un teléfono para compartir, un contador, un abogado y un consultor para ayudar a salir al mercado. Todo eso tiene un costo, pero la incubadora puede repartir esos gastos entre varios emprendedores, por ejemplo. Cobra una cuota, y con eso recauda, paga y, a su vez, tiene una ganancia que le permite sostener y ampliar los servicios.

Una incubadora puede tener el único propósito de ganar dinero, pero también puede perseguir objetivos de índole social, como generar empleo y ayudar a grupos de investigadores que quieran materializar un proyecto.

Incubacen, emprendimiento que se lleva adelante entre la Fundación Ciencias Exactas y Naturales y la FCEyN, y es coordinada por la Secretaría de Investigación de esta última, tiene objetivos de índole social. “La idea es dar apoyo a investigadores jóvenes, graduados o próximos a hacerlo, quienes, a partir de sus tareas de investigación, puedan generar proyectos con una base tecnológica, pero carezcan de los elementos necesarios para llevarlos a cabo”, comenta el economista Ariel Langer, subsecretario de Vinculación Tecnológica.

En efecto, Incubacen proporciona una infraestructura, estudios de mercado, contactos con posibles financistas, entre otras cosas, e, incluso, ayuda a armar el proyecto. “El propósito es generar nuevas actividades económicas que impliquen desarrollos tecnológicos de punta, lo cual es casi inexistente en la Argentina”, enfatiza Langer.

Por su parte, el responsable de Incubacen subraya: “Un emprendimiento, si no tiene apoyo, tiene mayores riesgos de fracasar de lo que tendría en una incuba-

dora, que puede mejorar las posibilidades de éxito”. Y agrega: “Además de disminuir los costos en determinado servicio, se le puede advertir al emprendedor sobre los problemas que se pueden presentar a futuro, porque se tiene la experiencia de otros emprendimientos”.

Una incubadora en la Universidad busca brindar servicios y canalizar las inquietudes de estudiantes y graduados de la institución. “En esta Facultad hay una gran cantidad de logros de investigación que podrían ser aplicados al mercado, pero el investigador no puede destinar tiempo y energía en ello. Incluso, podría generar recursos para su propia área, equiparla mejor, y seguir investigando”, propone.

El año próximo se realizarán talleres para que los investigadores y estudiantes de la FCEyN se interioricen sobre lo que es una incubadora. También se hará un llamado a concurso interno para identificar desarrollos de alumnos o de profesores que pudieran tener una aplicación.

“Tenemos ya una cantidad identificada de proyectos y estamos evaluando sus posibilidades. En muchos casos, deben ser reformulados. No nos podemos arriesgar a iniciar un proyecto que no es viable”, comenta Roldán.

La creación de incubadoras en la Argentina empezó en el 97. En 2002 había unos veinte proyectos en todo el país y recientemente han surgido alrededor de 40 nuevos emprendimientos de incubadoras. Es un proceso aún incipiente y con gran potencialidad, aunque sin rumbos claramente definidos.

Contactos

Para mayor información sobre INCUBACEN, comunicarse con: lhroldan@incubacen.fcen.uba.ar
Tel. 4576-3367



La obtención de pastos transgénicos con tolerancia a suelos salinos permitiría aprovechar terrenos marginales, que tienen baja producción. A largo plazo trae también otros beneficios, por ejemplo la biorremediación del suelo, que consiste en extraer de éste los contaminantes y otros elementos perjudiciales (como la sal) mediante herramientas biológicas, en particular, las plantas.

Los pastos con tolerancia a suelos salinos permitirían aprovechar terrenos marginales de baja producción

El mercado potencial para estas pasturas es bastante grande, sobre todo teniendo en cuenta que se trata de suelos que hoy están desaprovechados. Las provincias principales son Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires, La Pampa, el norte de Río Negro, Entre Ríos, y Santiago del Estero.

“Si se puede disponer de pastos con estas características, será posible rescatar muchas hectáreas improductivas y extender la frontera ganadera”, asegura Mentaberry.

Este proyecto es incubado en la FCEyN. “El inversor confió en la idea, y la Facultad le da el marco legal para poder llevarla a cabo”, comenta el ingeniero Leandro Roldán, responsable de Incubacen, la incubadora de Exactas (ver recuadro).

Los trabajos de laboratorio ya se iniciaron, aunque los resultados tardarán algunos años en dejarse ver. “En tres años se obtendrá el producto: una planta que tiene que responder a lo que se está buscando. Después se puede generar una patente. Pero, para ser liberado comercial-

mente, el producto deberá pasar por diferentes pruebas”, señala Roldán. Las pruebas y análisis de laboratorio pueden llevar entre seis y ocho años. Y si resulta necesario realizarlos en el exterior, los costos se incrementan. Por el momento, el objetivo concreto del proyecto, que se encuentra en la primera etapa, es obtener la planta.

Soja resistente a hongos

Actualmente la soja, la vedette de los cultivos en la Argentina, sufre el ataque de la roya, una enfermedad destructiva causada por el hongo *Phakopsora pachyrhizi* y que ocasiona importantes pérdidas en la producción. En nuestro país fue detectada por primera vez en 2001 en plantas de un cultivar de la provincia de Formosa. Asimismo, durante 2002 también fue hallada en el Chaco y en Misiones. Los especialistas pronostican que la enfermedad se extenderá por todo el país. En Paraguay, ya se halla distribuida en todas las regiones sojeras del país con daños cuantificados de hasta el 60 por ciento. En Brasil causa un perjuicio económico estimado en unos 25 mil millones de dólares.

Ante esta situación, los investigadores buscan la manera de desarrollar una planta de soja que pueda hacerle frente al hongo. “Con el fin de buscar una estrategia de defensa, estamos estudiando los genes que interactúan de un lado y del otro, es decir, qué genes se encienden en la planta y cuáles en el patógeno cuando ambos entran en contacto”, adelanta Mentaberry. Para este proyecto se ha firmado un acuerdo con la empresa Bioceres.

Otro convenio se realizó con la empresa Goyaique, el objetivo es hacer plantas de papa resistentes a ciertas bacterias.

“Ya hemos introducido los genes antimicrobianos y esperamos poder empezar las pruebas de campo”, señala el investigador.

También la investigación básica

Una tema que siempre intrigó a los investigadores son los mecanismos que emplean los virus para infectar las células de las plantas. En éstas, los virus aprovechan ciertas estructuras de comunicación intercelular, denominadas plasmodesmos, microtubos o poros que atraviesan las paredes celulares y son la única vía de traslado de sustancias y estímulos para la alimentación de la célula.

La clave del poder infectivo de un virus depende de que se pueda mover de célula en célula. Una vez que logró pasar, ya puede invadir toda la planta. “Hay ciertas proteínas que intervienen en ese proceso y están codificadas por los genes del virus. Si podemos conocer bien esos mecanismos, podríamos interferir en él”, comenta Mentaberry.

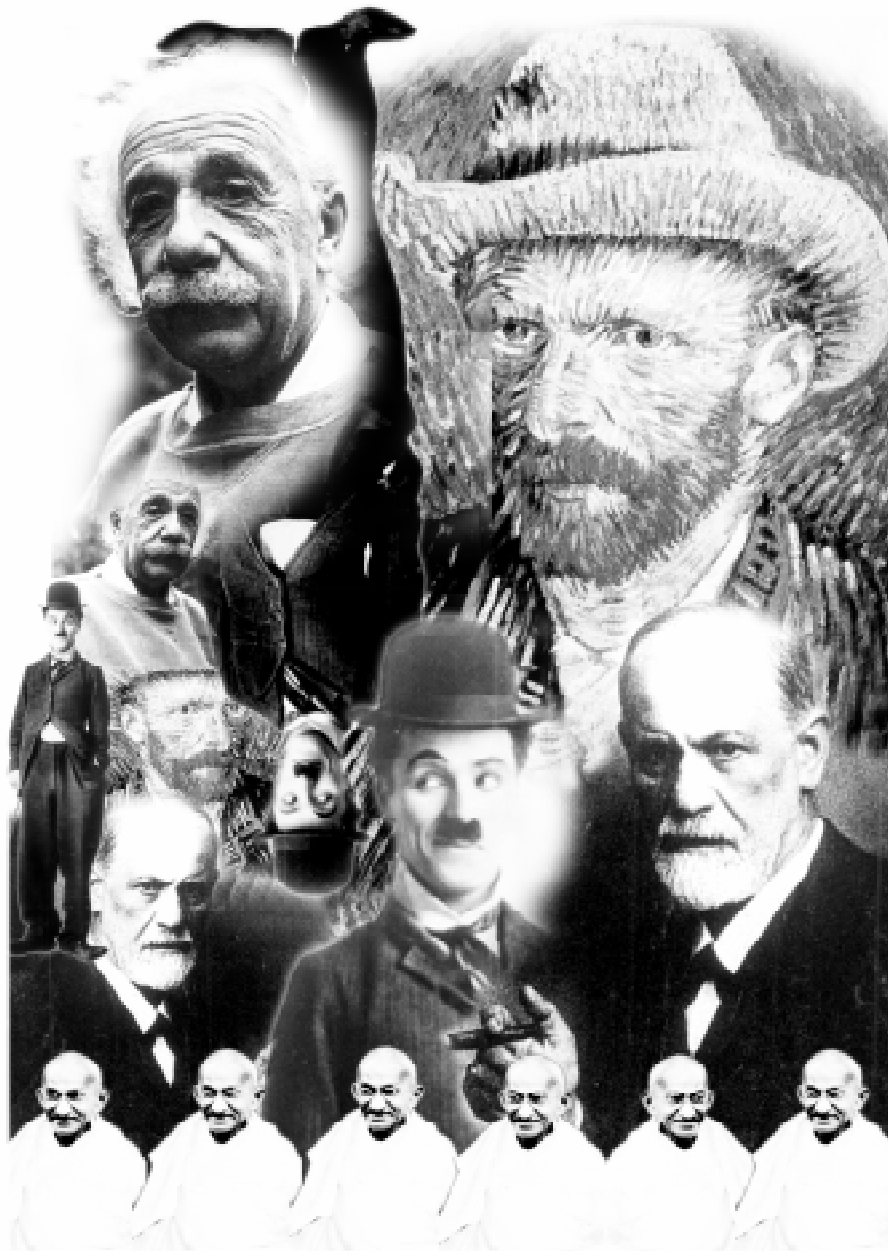
Los investigadores se obstinan en desentrañar los mecanismos ocultos de la naturaleza, y los empresarios apuestan a que el conocimiento pueda brindar réditos. Seguramente, sus objetivos, en apariencia alejados entre sí, pueden conjugarse de manera fructífera. ■

Clonación terapéutica

Sí, se puede

por Susana Gallardo sgallardo@bl.fcen.uba.ar

Durante el 2004, el tema clonación estuvo varias veces en las tapas de los diarios. En febrero, investigadores de Corea del Sur obtuvieron células madre a partir de la clonación de embriones humanos. En agosto, el gobierno británico autorizó oficialmente la clonación con fines terapéuticos. En la Argentina, el Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología recomienda autorizar la clonación terapéutica y se opone a la aplicación de la técnica con fines reproductivos.



La clonación humana con fines terapéuticos ya es un hecho. En febrero de este año, un equipo de investigadores de la Universidad de Seúl, Corea del Sur, obtuvo por primera vez células madre, totipotenciales, a partir de la clonación de embriones humanos. Meses más tarde, Gran Bretaña otorgó la primera licencia a un grupo de investigación del Centre for Life, de Newcastle, para utilizar células embrionarias en el tratamiento de pacientes diabéticos.

Sin embargo, no hay acuerdo entre los países sobre la aplicación de esta técnica. El Vaticano sigue afirmando que «es una ofensa contra la vida». Y la legislación estadounidense restringe el uso de fondos federales para la investigación con tejidos provenientes de líneas de embriones existentes. La Academia Nacional de dicho país consideró que estos embriones no son los más aptos para la investigación y, por lo tanto, queda el camino abierto sólo a los estudios que se realicen en el ámbito privado. En el estado de California, sin embargo, la ley autoriza subsidios estatales para la investigación con embriones.

La clave está en distinguir entre clonación reproductiva, cuyo fin es obtener un nuevo individuo, y la denominada clonación terapéutica, que sólo se propone conseguir células que puedan transfor-

marse en cualquier tejido del organismo (por ejemplo nervioso o muscular) y, gracias a ello, ser aplicadas para tratar enfermedades hoy incurables.

Alemania prohíbe la clonación en todas sus formas, mientras que Francia y Dinamarca se oponen sólo a la reproductiva, al igual que el Comité de Ética de la Organización del Genoma Humano y el panel que nuclea a 66 academias de ciencia del mundo, que apoyan la investigación con células embrionarias y la prohibición de la clonación con fines reproductivos. En la Argentina, si bien no hay legislación al respecto, el Comité Nacional de Ética (CECTE) de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación analizó el tema y elaboró recomendaciones para fundamentar la postura del gobierno argentino en la próxima asamblea de las Naciones Unidas.

“Costa Rica presentó un proyecto para prohibir la clonación humana en todas sus formas e invitó a los países a adherir a él. A pedido de la Dirección de Organismos Internacionales del Ministerio de Relaciones Exteriores -relata Otilia Vainstok, coordinadora del CECTE- se analizó la clonación humana tanto en sus aspectos positivos como en sus eventuales amenazas para la sociedad”. La conclusión fue que es válida la distinción entre clonación reproductiva y terapéutica, que se debe prohibir la primera y autorizarse la segunda, con las regulaciones del caso.

No a la clonación reproductiva

La posibilidad de obtener individuos idénticos mediante la clonación aún despierta miedos y fantasías. Se teme, por ejemplo, que se fabriquen clones de Hitler (como en la novela y posterior película “Los niños del Brasil”), o ejércitos de hombres superdotados para realizar determinadas tareas o para ser sometidos a condiciones inhumanas de trabajo.

“Eso no resiste el menor análisis eco-

Ruptura de dogmas y negocios millonarios

La técnica de trasplante del núcleo de una célula somática en un ovocito para generar un embrión es conocida desde hace varias décadas, pero se hacía solo con células embrionarias como donantes. Se pensaba que éstas eran las únicas con la capacidad de generar todos los tejidos y de dar origen a un organismo completo. “La clonación de Dolly destruyó ese dogma”, afirma Lino Barañao, quien asesoró a la empresa Biosidus al crear a Pampa, la primera ternera clonada de la Argentina, la cual tiene incorporado un gen de la hormona de crecimiento humana “El dogma irrefutable –prosigue– fue destrozado por el simple balido de una oveja”.

Pero ¿qué distingue a una célula embrionaria de una célula cualquiera? La clave está en las proteínas –factores de transcripción que se pegan al ADN y determinan qué genes se expresarán–. En un trasplante nuclear, los factores de transcripción del ovocito toman el control, y se expresa sólo la información codificada en el núcleo de la célula donante.



La aplicación más rentable de la clonación animal es, por el momento, la producción de animales transgénicos con el fin de obtener proteínas de interés farmacéutico en la leche, con un mercado de varios cientos de millones de dólares para cada una de estas proteínas. “El trasplante nuclear garantiza que prácticamente todos los animales nacidos posean el transgen, mientras que, con las técnicas tradicionales, sólo el uno por ciento lo tenía”, recalca Barañao.

nómico, porque la gente reproducida sexualmente es mucho más barata. Producir un clon de vaca cuesta 17 mil dólares, y un clon humano, en el caso de que se pudiera lograr, costaría cientos de miles. Aunque parezca cínico, lo que impide que una tecnología se aplique o no son las limitaciones económicas y no las éticas”, comenta el doctor Lino Barañao, profesor en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA, y presidente del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

En realidad, las razones que hacen poco viable la clonación reproductiva serían de otra índole, según señala el doctor Alberto Kornblihtt, profesor en la FCEyN-UBA y miembro del CECTE: “Se ha demostrado que la clonación por transferencia nuclear es biológicamente insegura,

es decir, supone un considerable grado de riesgo”. Por un lado, sólo el uno por ciento de los óvulos microinyectados con núcleos de células somáticas llegan a desarrollar embriones luego de la implantación. “Para alcanzar el éxito con esta técnica, serían necesarios numerosos experimentos de prueba y error, objetables desde el punto de vista ético si se aplican a seres humanos”, destaca el investigador.

Por otra parte, la técnica es insegura desde el punto de vista biológico: una alta proporción de los embriones implantados muere antes o después del nacimiento, o nace con malformaciones, como por ejemplo, un aumento desmedido del tamaño.

La causa de estas malformaciones fue determinada por un grupo de investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) encabezados por

Rudolf Jaenisch, que demostró que el cigoto producido por esta técnica muestra un patrón de metilación característico de las células adultas, y diferente del de un cigoto producido por fusión de gametas. La metilación es una modificación química que sufren ciertos componentes del ADN durante la vida de las células y que regula la expresión de los genes. En tal sentido, un alto porcentaje de los embriones obtenidos por clonación puede sufrir un cambio en la expresión de los genes capaz de inducir anomalías no controlables.

En cambio, según Kornblihtt, “los riesgos que hacen de la clonación reproductiva una práctica desaconsejada son irrelevantes respecto de la clonación terapéutica”.

Ser o no ser

Sin embargo, subsiste un problema ético: el *status* del embrión. “La única manera de comprobar su *status*, es implantarlo en un útero y verificar su viabilidad. Si ese embrión sintético no es viable como tal, su uso no sería diferente del de cualquier otro tipo celular del paciente. Esto no puede verificarse en la práctica dado que existe una condena unánime a realizar dicho experimento debido al elevado riesgo de anomalías en el desarrollo fetal”, explica Barañao.

En cuanto a este tema, el CECTE considera que “a pesar de que un embrión in vitro posea toda la información genética, carece de las condiciones ambientales para proseguir su desarrollo”. Esto significa que, si no es implantado exitosamente, nunca podrá desplegar su potencialidad para llegar a convertirse en un ser humano.

Para el doctor Juan Carlos Calvo, director del Departamento de Química Biológica de la FCEyN, “no hay diferencia entre el embrión generado para obtener células madre, y el producido por fertilización in vitro o por fecundación natural. La única diferencia es que no va a ser implantado”. Y reflexiona: “Es cierto, le falta mucha información para convertirse

Las células madre están dotadas de la capacidad de renovarse a sí mismas –producir más células madre– y de originar células hijas que se convertirán, por diferenciación, en tipos celulares especializados.

Al principio, el embrión es una esfera compacta (mórula), en la que todas las células son totipotentes. Pero, a los pocos días, comienza una primera especialización, y se produce lo que se denomina blastocisto, con una capa superficial que luego dará origen a la placenta, y una cavidad casi hueca de donde se extraen las células madre, que ya no pueden generar un organismo completo.

También pueden obtenerse células madre de individuos adultos. Un ejemplo es la célula madre hematopoyética, que reside en la médula ósea y genera todos los tipos de células sanguíneas y del sistema inmune. También hay células madre en órganos como el cerebro. Algunos estudios mostraron que a lo largo de la vida van apareciendo células madre en diferentes tejidos, como parte de la estrategia del organismo para su renovación. En 2001, un equipo del Medical College de Nueva York logró la reparación del 68% del tejido cardíaco en ratones con infarto mediante células madre de la médula ósea.

El problema de las células madre de adultos es que se presentan en muy pequeñas cantidades y resulta difícil aislarlas. En muchos casos, no fue posible multiplicarlas fuera del cuerpo. Tampoco se probó que den lugar a células totalmente funcionales. Además, pueden contener anor-

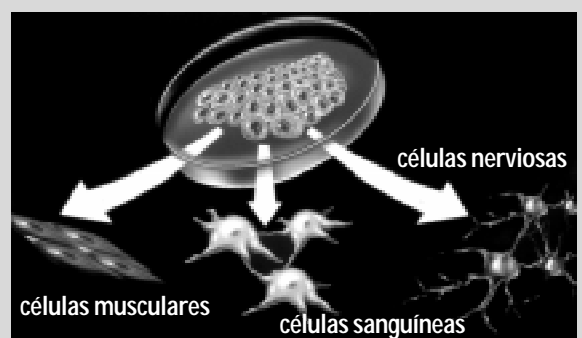
malidades en su ADN por envejecimiento o mutaciones acumuladas.

Respecto de las células madre provenientes de cordón umbilical, actualmente algunas empresas ofrecen a futuros padres, por una módica suma, la posibilidad de congelar el cordón del recién nacido para obtener células en el futuro, en el caso de que el niño requiera un trasplante para la cura de alguna enfermedad. Sin embargo, los investigadores no confían en que esas células sean viables en el momento de ser descongeladas.

La necesidad de obtener células madre, ya sean embrionarias o adultas, reside en la posibilidad de aplicarlas en terapias celulares y trasplantes de tejidos, sin los problemas actuales ligados a los injertos, como la escasez de donantes histocompatibles y la necesidad de administrar drogas inmunosupresoras, con sus efectos secundarios. Pero el auténtico potencial de esta tecnología sería lograr reconstruir tejidos más complejos e incluso órganos. Aquí la clave es lograr estructuras organizadas en forma tridimensional, con vasculatura e innervación.

En el MIT se logró algo parecido a un hígado artificial: se construyeron estructuras compuestas de varias láminas de un polímero que fueron sembradas con células endoteliales y de hígado de rata, junto con un medio nutritivo adecuado. Luego de cinco semanas, las células se organizaron en estructuras microscópicas semejantes a las del hígado.

Mediante distintos factores de crecimiento, las células pluripotenciales pueden dar lugar a diferentes tipos de células



en un ser humano, pero no la tiene porque no se la brindamos”.

Para fundamentar su opinión, explica: “Acerca de los embriones congelados que

sobran de una fertilización asistida, todavía no hay un acuerdo general si son herejeros o no de quienes los generaron. Si algo no es persona, difícilmente pueda con-

Un espacio deliberativo

Por Otilia Vainstok,
coordinadora del Comité de Ética

Cuando la entonces Secretaria de CyT, Adriana Puiggrós, me ofreció organizar un Comité de Ética en la Ciencia, condicioné mi respuesta a la opinión de Stella Gonzales Cappa, Roberto Fernández Prini y Ernesto Maqueda, con quienes compartí muchos años de trabajo en el Foro de Sociedades Científicas Argentinas. El Comité nos pareció una instancia original para enfrentar los efectos negativos de las condiciones en las que se desarrolló la ciencia argentina y decidimos aceptar el desafío.

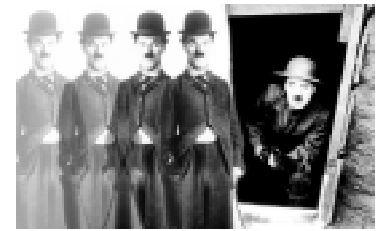
En particular se evitó incurrir en la difundida idea que atribuye a los integrantes de los comités de ética el carácter de representantes de distintos grupos de interés, creencias religiosas o corporativas. Este comité no fue concebido como un espacio para la negociación de distintos puntos de vista a fin de llegar a un acuerdo sobre una postura. Esta es una cuestión fundamental en un país como la Argentina, atravesado por la sospecha, la corrupción y la impunidad. Llevó mucho tiempo construir un espacio que por su naturaleza debe gozar de la más plena autonomía aunque funcione en el ámbito del Poder Ejecutivo.

El CECTE es un espacio deliberativo para el análisis crítico y la elaboración de recomendaciones sobre temas que involucran a la ética de la ciencia y la tec-

nología y a la ética de la práctica de la investigación. Está integrado por investigadores provenientes de distintas áreas del conocimiento, que gozan de reconocimiento social tanto por la excelencia de sus méritos académicos como por su integridad moral y su conducta personal.

La actividad científica, como toda actividad humana, está regulada por normas y orientada por valores. En particular, la actividad científica se atiene a valores colectivamente compartidos que definen tanto los comportamientos apropiados en la producción del conocimiento como los referidos a la incidencia de la investigación sobre los individuos y la sociedad. En este sentido, el Comité de Ética tiende a dilucidar los valores incorporados en la investigación científica y tecnológica y en sus resultados a fin de exponerlos a la consideración y discusión pública.

En la Argentina hay muchos comités de bioética que funcionan en hospitales, en la aprobación de protocolos para la investigación con personas, por ejemplo. Esta área está mucho más consolidada en Brasil, donde funcionan alrededor de 400 comités con una experiencia de una década. El CECTE tiene un convenio con la Comisión de Ciencia y Técnica del Congreso de la Nación, asesora a organismos del Estado y colabora en la creación de otros comités.



cer, por su potencialidad para reproducirse". Y concluye: "No sé si prohibiría la técnica, pero no me apresuraría a permitirla".

El Comité de Ética considera que aún quedan muchas preguntas por responder en el campo de la biología celular del gameto, pero no hay dudas de que el embrión no tiene ninguna posibilidad de desarrollarse si no es dentro del útero de una mujer.

De todos modos, hay un aspecto no resuelto, que es la obtención de ovocitos. Según comenta Ana María Vara en la revista virtual *Química Viva*, el equipo de investigadores coreanos liderado por Woo Suk Hwang obtuvo una única línea de células madre a partir de un número inicial de 242 óvulos. "El número desmesurado de ovocitos que se necesitó debería ser una señal de alerta", reflexiona Vara. "Habrá que ver de qué manera las leyes y los comités de ética protegen los derechos de las mujeres".

La clonación es sin duda un tema relevante, de hecho formó parte del debate en la campaña presidencial de los Estados Unidos. "La investigación vinculada con la clonación humana es objeto de ataques similares a los sufridos por otras áreas del conocimiento en diferentes momentos de la historia de la ciencia. Ignorancia, creencias, mitos e ideologías irracionalistas y anticientíficas han contribuido de diversas maneras a configurar polémicas que no han ayudado a crear una conciencia responsable de los riesgos y beneficios abiertos por la investigación científica y tecnológica. Debemos colaborar para cimentar una opinión pública informada como parte de nuestro compromiso con el avance del conocimiento y con la construcción de un mundo más digno y justo", señala Vainstok.

siderarse heredero de algo".

Para Calvo, hay respuestas alternativas que podrían ser la solución ética para ese problema, como las células pluripotenciales de los organismos adultos y que no requieren de la producción de embriones. Dentro del organismo adulto hay células pluri y multipotenciales. Estas últimas son aquellas que generan el mismo linaje, pero, colocadas en un ambiente distinto, pueden diferenciarse. Por ejemplo, células de la médula ósea pueden generar células cardíacas en el corazón. Esto ocurre en forma natural: cuando se

produce una isquemia o un infarto, hay células de la médula que se movilizan espontáneamente para tratar de solucionar el problema.

Otra posibilidad es identificar las proteínas presentes en el ovocito, responsables de la reprogramación. De este modo, sería posible obtener una mezcla de proteínas que, al ser inyectadas en una célula cualquiera, la convirtieran en totipotencial.

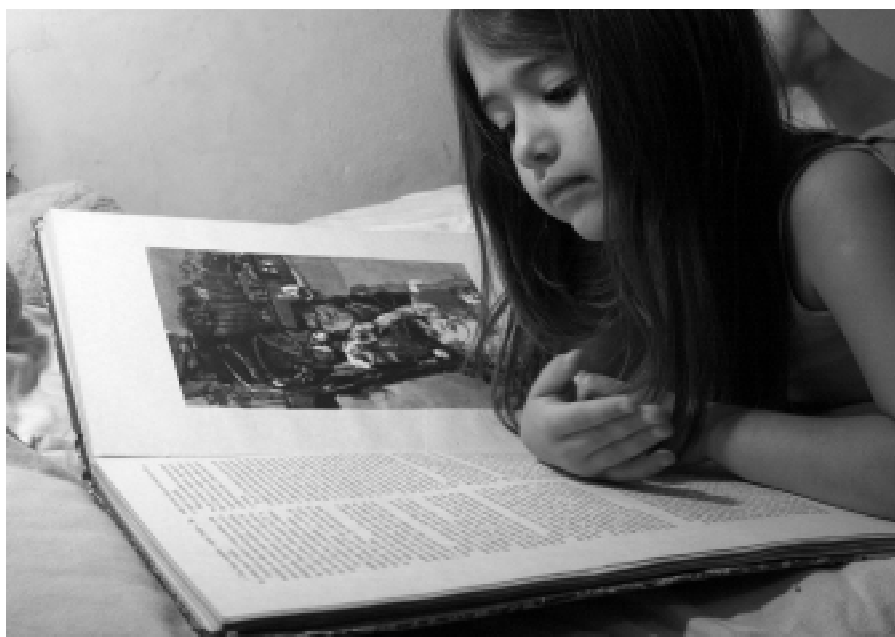
Por otro lado, reflexiona Calvo: "El uso de células embrionarias no está exento de riesgos, pueden llegar a producir un cán-

Ciencia para chicos

Libros sí, *libritos no*

Fotos: Paula Bassi

En el transcurso de su lectura, los libros de ciencia dedicados al público infantil pueden adueñarse de los epítetos descalificadores más variados. Es que la tarea de despertar interés con calidad y buen gusto no es menor. Carla Baredes (física) e Ileana Loterztain (bióloga) decidieron hace cuatro años lanzarse al ruedo y fundaron iamiqué, una editorial especializada en ciencia para chicos. Desde EXACTamente, los admiradores de sus libros les pedimos que nos cuenten cómo piensan sus ediciones.



Si bien todo el mundo acepta que los chicos son curiosos por naturaleza, nadie confiaba en que fuera posible hacer un libro de ciencia entendible, didáctico, riguroso, y a la vez divertido e interesante para muchos. Para empezar, existe la idea de que los libros de ciencia para chicos son inentendibles y/o aburridos. Aceptémoslo sin vueltas: algunos lo son... ¡y mucho! Para nosotras, el quid de la cuestión pasa por el autor: qué formación tiene, de qué manera concibió el libro y qué le pasó mientras lo escribió. En primer lugar, estamos

convencidas de que el autor debe tener formación científica (formal o informal). Sí, señor: para escribirles a los chicos hay que saber mucha ciencia y gustar mucho de la ciencia. A la hora de proyectar una obra, es muy importante que el autor pueda dar rienda suelta a las propias ganas de saber, y que pueda sintonizar con su propia curiosidad y el propio aprendizaje. El (o ella) es el punto de partida: si el tema no le interesa, si no disfruta de su propio descubrimiento, entonces lo que escriba no le interesará a nadie (y mucho menos a un

chico). Y si elige contar lo que ya sabe, si busca lucirse... entonces ¡estaremos fritos de aburrimiento! Obviamente, después se pondrá en juego la capacidad de transmitir lo que “entendió” y, más aún, la capacidad de transmitir el placer que le dio entenderlo. ¿Y cómo hacerlo? Ahora sí, llegó el momento de pensar en el lector. Y para eso hay que empezar por descubrir cómo se le dispara y construye la-duda-que-lo-atormenta. Hagamos el desafío. A la hora de preguntar, un chico dice (tachar lo que no corresponda):

- a) ¿Cuáles son los movimientos que la Tierra realiza alrededor del Sol?
- b) ¿Por qué hace calor en verano?
- c) ¿Qué consecuencias tiene sobre el clima la inclinación del eje terrestre?

Elemental, Watson. A un chico, lo que le interesa saber es por qué en julio lo atormentan para que se ponga la campera y en enero lo mandan a mojarse la cabeza con agua fría.

El otro prejuicio para con los libros infantiles es la solemnidad. Un libro para chicos debe estar a tono con sus lectores: desprejuiciados, informales, desestructurados, sorprendentes, desvergonzados. Y en sintonía con ellos, no debería temerle a los colores, ni a “irse por las ramas”, ni a las ilustraciones, ni a lo que, en apariencia,

no tiene nada que ver con el tema. Mientras lee, un chico es capaz de “leer” mucho más que un adulto: la forma de las letras, los dibujos, los colores, los destacados, los recuadros. Es por eso que el diseño debería cuidarse tanto como los contenidos. Y, por supuesto, es fundamental que las ilustraciones agreguen, completen, diviertan y tengan valor en sí mismas. Después de todo, no hay que olvidar que ese chico reconoce las letras desde mucho antes de saber leer, distingue los logos, es el rey del zapping, tiene sus propios canales de TV, identifica marcas, reconoce una publicidad en un microsegundo. Entonces, ¿cómo podría interesarle ese libro opaco, monótono, solemne, aburrido que leían los chicos de hace 20 años?

Cuestión de ciencia

¿Hay muchos científicos en la sala? Tranquilos, muchachos... Se puede hablar seria y profundamente de ciencia sin recurrir a jerga o a términos complicados. Después de todo, el chico preguntó “por qué hace calor en verano”, y no “cuál es el ángulo que forma el eje terrestre con el plano de la eclíptica”. ¿O no se puede explicar qué es la tensión superficial mirando gotear una canilla? ¿O no es más gráfico decir que la molécula de agua se parece a la cabeza del Ratón Mickey, en lugar de dibujar tres insulsas pelotitas con las conocidas letras H y O?

“Sacrificar el nivel académico” no es sinónimo de “disminuir el nivel de rigurosidad y precisión de los contenidos”. Se puede ser extremadamente riguroso y preciso, y, al mismo tiempo no pretender alcanzar ningún nivel académico. Un libro de divulgación científica para chicos debería contener sólo aquello que los lectores pueden entender, disfrutar y compartir. No es necesario que el tema tenga “completitud”, y no pasa nada si quedan cosas en el tintero o preguntas abiertas. A fin de cuentas, el autor no debería pre-

Cartas para iamiqué

La Fundación Escolares, una entidad que apadrina 40 escuelas de Chaco y Misiones, puso en marcha un plan de promoción de la lectura. Su coordinadora les hace llegar a Baredes y a Loterztain las noticias de la recepción de los libros de iamiqué. A continuación, algunos de los comentarios.

Queridísimas chicas:

Escribo como en cada inicio de curso para contarles qué bien andan los libros, en este caso con las comunidades tobas de Pampa del Indio, lugar pobrísimos y abandonado de la mano de Dios.

- Los maestros están encantados con esos libros
- Las cocineras de dos escuelas los piden para leer en los ratos libres.
- En otra escuela el portero los está leyendo todos.
- Son los libros más solicitados en préstamo.
- Una nena se enamoró de “Preguntas que ponen los pelos de punta” y robó prolijamente las páginas que quería tener para ella. Después confesó que las había arrancado porque le gustaron mucho.

Cariños, Laura

Queridas chicas:

Muchas gracias por la respuesta a los chicos, seguro estarán felices de recibirla. El asunto es que pueda transmitirles cómo es la cosa; ustedes, ¿son conscientes de que algunas veces, uno de sus libros entra a una casa a la que nunca, nunca, entró libro alguno? ¿De qué son leídos a la luz de la vela en parajes donde no hay luz?

Si tienen ganas, le puedo proponer correspondencia a un docente del próximo grupo que empieza en septiembre.

Cariños, Laura



ocuparse por demostrarle a sus pares lo que sabe, sino por que el lector se interese por lo que lee.

La mayoría de los libros de ciencia para chicos están concebidos como un compendio de preguntas y respuestas, perfectas para que el lector con buena memoria gane un concurso del tipo “¿Qué sabes tú?”. Estas preguntas suelen aparecer sin ningún orden, y sus respuestas son incompletas, requieren saberes previos y, muchas veces, son confusas.

Aunque no es lo habitual, un libro de divulgación para chicos debe tener: un hilo

conductor, un índice a la medida del lector, y niveles jerarquizados de lectura. ¡Exactamente igual que los libros para adultos! El diseño debe destacar estos niveles, para que el chico pueda elegir con autonomía de qué manera leer cada página, los capítulos (si los hubiera) y, en definitiva, el libro. Y por supuesto, el texto debe ser muy claro, pero al mismo tiempo interesante, de forma que el chico sienta valorada su capacidad de comprender. En síntesis, se debe tener muy en cuenta que un chico no es un lector chiquitito; es un lector ávido, minucioso y muy exigente. ■

Especies exóticas en la Argentina

Invasión animal

por Cecilia Draghi cdraghi@bl.fcen.uba.ar

No es tan sencillo que una especie animal llegue de polizón a un hábitat ajeno y se afiance en él; pero cuando sucede, se desata la competencia con las especies autóctonas –que suelen perder la contienda– y se altera el ecosistema regional. En la lista de los huéspedes no gratos en nuestras tierras, cuentan, entre otros, la avispa chaqueta amarilla, la ardilla de vientre rojo, un mejillón asiático y el famoso castor.



No son especies animales oriundas de la Argentina, pero desde que pisaron suelo nacional encontraron condiciones más que propicias para su expansión, hasta convertirse en algunos casos en una invasión biológica. En otras palabras, su presencia es una de las principales amenazas para las nativas y para el funcionamiento de los ecosistemas naturales y también de los sistemas productivos.

Distintos caminos los trajeron a estas tierras. Algunos, como el castor canadiense, fueron importados para la explotación comercial. Las 25 parejas introducidas en 1946 en Tierra del Fuego, se han multiplicado hasta rondar hoy los 50 mil ejemplares. Sin rival en la cadena alimentaria local, construyeron diques, inundaron extensas zonas, afectaron cientos de árboles y se convirtieron en un verdadero dolor de cabeza. Otros foráneos ingresaron como polizones en cargueros. Tal es el caso del mejillón *Limnoperna fortunei*, originario de Asia, de apenas 4 centímetros de talla, pero que puede interferir en el funcionamiento de verdaderos gigantes económicos, como las centrales atómicas o las plantas industriales, al taponar sus tomas de agua en los ríos Paraná y de la Plata. Tampoco faltan los traídos como mascotas y luego liberados en la provincia de Buenos Aires, como la ardilla de vientre rojo, que daña árboles al quitar la corteza, o consume huevos en granjas avícolas y cereales en silos de almacenamiento.

La lista es variada. La Base de Datos de Invasiones Biológicas en Argentina de la Universidad Nacional del Sur (<http://www.uns.edu.ar/inbiar>) incluye a la fecha un total de 179 entre especies exóticas o criptogénicas, es decir aquellas para las que no puede establecerse fehacientemente su carácter de nativas o introducidas. Del total, 124 son invertebrados, 50 vertebrados y 5 urocordados.

Paradójicamente, estos serían los números de la excepción a la regla. “Sólo se conocen los éxitos, pero la mayoría de las invasiones biológicas, probablemente sean fracasos. Esto ocurre dado que, en general, se introducen pocos individuos y al ser un número reducido existe una alta probabilidad de que la población se extinga”, indica el biólogo Juan Carlos Reboreda, del departamento de Ecología Genética y Evolución de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Si bien no es tan simple la ecuación para su propagación, el aumento del intercambio comercial incrementaría sus posibilidades. “En todo el mundo cada vez hay más casos de especies invasoras. Seguramente este fenómeno está relacionado con la globalización, al aumentar la circulación de personas y mercaderías”, define Demetrio Boltovskoy, profesor de FCEyN.

Más allá de la cantidad, algunas especies exóticas que prosperan pueden producir un alto impacto. “Actualmente se considera a las invasiones biológicas como el segundo factor responsable de la pérdida de biodiversidad a nivel global, superado solamente por el avance directo de actividades humanas como la agricultura y la urbanización sobre los ambientes naturales”, señala Sergio M. Zalba, del Grupo de Estudios en Conservación y Manejo, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del Sur, en Bahía Blanca.



Los más inquietantes

¿Cuáles son las exóticas más preocupantes? Para Zalba, es difícil establecer un orden desde el punto de vista de su impacto, pues “las invasiones biológicas son un proceso dinámico y algunas actualmente poco agresivas podrían convertirse en serios invasores en el futuro. No obstante, pueden destacarse algunos casos de particular preocupación, por ejemplo, en el extremo austral de la Patagonia, donde el castor canadiense ha conseguido colonizar 20.000 kilómetros cuadrados de bosque nativo, y ocupa más del 90 por ciento de los cursos de agua de la región”.

La ausencia de predadores naturales y la presencia de alimentación abundante favorecieron su rápido avance, tirando a su paso lengas y ñires, que son roídos por sus incisivos. Con la madera construyen diques dignos de admiración ingenieril, pero que inundan amplias zonas. «Estas actividades retienen sedimentos y materia orgánica en los canales, crean y man-

tienen terrenos pantanosos, modifican el ciclo de nutrientes, alteran la estructura y dinámica de la zona ribereña, e influyen en el agua y materiales transportados. Finalmente inciden en la composición y diversidad de la comunidad biótica”, señalan Marta Lizarralde, Julio Escobar y Guillermo Deferrari, del Centro Austral de Investigaciones Científicas, en un artículo publicado en la revista cordobesa Interciencia.

Desolador resulta el paisaje tras la acción de este roedor traído para impulsar la industria peletera. Nada queda del follaje verde intenso del bosque, la escena actual sólo muestra árboles grises moribundos en medio del agua. “El castor introducido en Tierra del Fuego es considerado un invasor porque modifica las interacciones del ecosistema local”, indican los investigadores. Ellos desde hace tres lustros estudian a estos roedores, y han orientado un plan de control de la especie a través de trampas especiales, que hace tres años comenzó a ser regulado por la Administración de Recursos Naturales.

En este sentido, Reboreda señala que “un programa de extirpación sólo funciona si se mantiene en el tiempo, y se necesita mucho dinero para hacerlo. Si no es continuo, la población en muy pocos años se recupera”.

Un mejillón oriental

Probablemente, en 1991 desembarcó en Argentina el mejillón *Limnoperna fortunei*. Algún carguero asiático lo trajo como polizón en el tanque de lastre y no se hizo notar hasta que generó daños millonarios al obstruir tomas de agua de plantas atómicas e industriales conectadas con el río. “Actualmente esta especie, que ingresó por el Río de la Plata, invade todo el Delta, y ya alcanzó al Pantanal en Brasil, y también está en Paraguay, Bolivia y Uru-

BUSCADOS



Avispa chaqueta amarilla

Origen: Eurasia y África del Norte.

Ingresó sola desde Chile.

Afecta: Patagonia.

Efectos dañinos: Depreda insectos y artrópodos y molesta a personas en actividades al aire libre, que en caso de ser alérgicos puede conducir a la hospitalización.



Carpa

Origen: Asia y África del Norte.

Ingresó importada por las autoridades para "enriquecer" ambientes considerados pobres.

Afecta: Desde Buenos Aires se extendió hacia el sur, llegando hasta el río Colorado, y hacia el norte, por los ríos Paraná y Uruguay.

Efectos dañinos: Compite con las especies nativas, como las chanchitas de agua o las mojarra y les consume parte de su dieta.



Castor

Origen: Canadá.

Ingresó traída por las autoridades para promover la explotación peletera.

Afecta: Tierra del Fuego e isla chilena Navarino.

Efectos dañinos: Construye diques con ramas de árboles e inunda terrenos, matando a los árboles. Existe el peligro de que avance al territorio continental.

guay", grafica el doctor Boltovskoy, del Departamento Ecología, Genética y Evolución de FCEyN. El junto con su equipo estudia este molusco que se propaga a un ritmo vertiginoso: en 1991 las toscas del balneario Bagliardi, al sur de La Plata, albergaban de tres a cuatro ejemplares por metro cuadrado. En el mismo lugar, dos años después, alcanzaban picos de más de 80.000 animales en igual superficie. "Hoy ya hay sitios que registran más de 250.000 animales por metro cuadrado", indica el especialista.

Estas multitudinarias colonias que viven adheridas a cualquier sustrato duro, se adhieren a las tuberías, reduciendo así la luz de los conductos.

Remoción manual o mecánica, mediante arenado o lavado con agua a presión; filtros fijos y móviles; manipulación de la temperatura del agua; utilización de campos eléctricos; ultrasonido; pinturas antiincrustantes; sustancias tóxicas; son algunos de los métodos utilizados para deshacerse de este minúsculo bivalvo. "El cloro fue el más empleado, no sólo para esta especie sino para todo tipo de bioincrustaciones, pero es muy agresivo para el ambiente. En la actualidad se está experimentando con dosis bajas de sustancias selectivas para esta especie", indica.

El panorama bajo el agua muestra diferentes aristas. Como todo intruso, este molusco compite con las especies autóctonas y desplaza algunas de ellas. En este caso, resulta un gran filtrador de plancton que "incide sobre la disponibilidad de alimento para otros organismos acuáticos, en particular las larvas de peces", puntualizan.

Por otro lado, un dato resulta significativo. "A poco más de diez años de la invasión, al menos 16 especies del Paraná y Río de la Plata consumen al molusco regularmente, y para algunas *L. fortunei* representa hasta el 100 por ciento de la dieta", indica. Además, su multitudinaria presencia retiene por ejemplo a través de sus heces materia orgánica que otrora desagotaba en el mar y ahora queda depositada en los sedimentos de agua dulce, pudiendo ser sustento de otras especies. Si bien algunas estadísticas indican un crecimiento de la pesca en la misma década en que este molusco apareció en escena; no hay evidencias contundentes de que ambos fenómenos estén relacionados, según el investigador. "Por otro lado, aún si se confirmara que la invasión de *L. fortunei* ha tenido una influencia positiva sobre la pesca, ello no significa que las nuevas condiciones se mantendrán en forma indefinida, ni que globalmente los efectos del

invasor sobre el ecosistema sean beneficiosos", subraya.

Chaqueta amarilla al acecho

Oriunda de Eurasia y del norte de África, la "chaqueta amarilla" es una avispa social, según definen los biólogos Paula Sackmann y Juan Corley del Laboratorio Ecotono (Centro Regional Universitario Bariloche –Universidad Nacional del Comahue) y del Laboratorio de Ecología de Insectos (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Bariloche). "En 1980 –historian– fue observada por primera vez en nuestro país, cerca de Chos Malal, Neuquén. No es cierto, como se cree vulgarmente, que haya sido introducida en la Patagonia para controlar poblaciones de otras especies de insectos. Es muy probable que haya invadido naturalmente nuestro país desde Chile, a través de los pasos cordilleranos bajos al norte de Neuquén", describen.

En el pico de la temporada pueden contabilizarse unas 6000 avispas por hectárea en bosques de coihue en la Patagonia. Esto es de tres a ocho veces menor a lo registrado en Nueva Zelanda, donde se ha calculado que se debería reducir entre un 80 y 90 por ciento la abundancia de avis-



Ciervo colorado

Origen: Eurasia.

Ingresó traída por un terrateniente para establecer cotos de caza.

Afecta: Buenos Aires, Neuquén, Río Negro, La Pampa, San Luis, Tucumán y Tierra del Fuego.

Efectos dañinos: Al huemul, un ciervo autóctono en peligro de extinción, le ha quitado el alimento y su hábitat.



Mejillón dorado

Origen: Asia.

Ingresó presumiblemente en el agua de lastre de buques cargueros.

Afecta: El Delta del río de la Plata, Uruguay, Pantanal de Brasil, Paraguay.

Efectos dañinos: Obstruye tomas de agua de plantas industriales causando grandes pérdidas económicas.



Ardilla de vientre rojo

Origen: Asia.

Ingresó como mascota y se escaparon menos de cinco individuos de la jaula.

Afecta: Región Pampeana con peligro de extenderse al Delta del río de la Plata.

Efectos dañinos: Destruye frutales, tendidos eléctricos y telefónicos.

pas para asegurar la conservación de especies vulnerables de artrópodos nativos. Es que tanto allá como acá, estas avispas depredan otros insectos y artrópodos, principalmente larvas de mariposas, arañas, avispas, abejas y moscas.

Además del impacto sobre los sistemas naturales, estas avispas provocan un daño económico en la apicultura porque atacan las colmenas. Otro tanto en ciertos frutales. Es que atraídas por secreciones azucaradas, las roen, les ocasionan heridas y facilitan su infección. “El turismo también puede verse afectado: las chaquetas constituyen una molestia de consideración durante las actividades al aire libre. En personas alérgicas su picadura puede conducir a la hospitalización”, indican.

¿Cómo controlarlas? Existen dos formas. Una es destruyendo sus nidos y otra, usando cebos tóxicos. “Ambos métodos –señalan– alivian el problema de la chaqueta amarilla localmente y solo durante el verano en que se realice el tratamiento. En Nueva Zelanda se ha intentado usar el control biológico principalmente mediante avispas parásitas y hongos, pero aún no se han obtenido resultados satisfactorios”.

La ardilla de vientre rojo

Callosciurus erythaeus es el nombre científico de esta ardilla originaria del Su-

deste de Asia, llegada hace 30 años a la Región Pampeana. “Entre 1970 y 1973, menos de cinco individuos se escaparon y fueron liberados en la localidad de Jáuregui (partido bonaerense de Luján) por un habitante que las había comprado en Europa para tenerlas como mascotas en una jaula”, relata María Laura Guichón, docente de FCEyN y de la Universidad Nacional de Luján, quien ahora realiza una especialización en la Universidad de Southampton, Inglaterra (gracias a una Beca UNESCO-L'Oréal). Su objetivo es lograr predecir la dinámica poblacional de la ardilla de vientre rojo en Argentina y proponer medidas para controlar su avance.

La historia de este animal, al igual que el de otros invasores, es el de expansión y ya ha llegado casi al límite del área urbanizada del Gran Buenos Aires, lo que genera en los productores pérdidas de frutales, dado que la ardilla consume nueces, ciruelas, peras, cítricos. “Además, este roedor daña el plástico que recubre los sistemas de riego, los cables de teléfono, luz y televisión”, enumera.

Si no se adoptan controles –cosa que hasta ahora no sucedió– es de imaginar el futuro. “Es posible que en pocos años esta especie invada ambientes de mayor valor de conservación. Por ejemplo, el límite de

la distribución actual de la ardilla está a 30 kilómetros de la Reserva Natural Otamendi y el Delta del Paraná, una región con alta diversidad de especies y masas boscosas, lo que brindaría un ambiente propicio para su establecimiento dado sus hábitos arborícolas”, advierte.

Este animal resulta verdaderamente atractivo y vistoso para muchas personas, características que favorecerían su propagación. “Si se quiere controlar la expansión poblacional de una especie que podría describirse como carismática, es necesario que haya comunicación entre los que toman las decisiones de manejo, los que realizan estudios científicos y el público en general para brindar información sobre los problemas asociados a las invasiones biológicas, proponer temas prioritarios para investigación y conocer la opinión de los habitantes de manera de poder evaluar formas de acción consensuadas. Es fundamental contar con el apoyo tanto de las autoridades locales y productores como de las organizaciones no gubernamentales, los habitantes de la zona y el público en general”.

Por cierto, un objetivo seguramente efectivo para enfrentar las distintas invasiones biológicas de animales exóticos que hoy ponen en riesgo importantes reservas naturales de la Argentina. ■

Hijos de un tiempo perdido

José María Bermúdez de Castro
Barcelona, 2004
Ares y Mares, 361 páginas.



Tecnología en la vida cotidiana

Tomás Buch
Buenos Aires, 2004
EUDEBA, 310 páginas.



El Cambio Climático Global

Vicente Barros
Buenos Aires, 2004
Libros del Zorzal, 174 páginas.



La historia de nuestra especie, desde que nos separamos del linaje de los chimpancés, hace unos 6 millones de años, es uno de los enigmas más apasionantes de la ciencia desde que tomamos conciencia de la continuidad evolutiva. Cuándo y cómo adoptamos la posición erguida, por qué ocurrió. Y la mano prensil, y el uso de herramientas, y la expansión cerebral, y el lenguaje, y el raciocinio... y tantos otros eventos cruciales de nuestro pasado.

José María Bermúdez de Castro aborda estas preguntas y las responde, una por una, ordenadamente y sin apuro, explicando por qué tiene sentido formularlas, cuáles son las certezas y cuáles las dudas remanentes. Pero sobre todo cuenta una historia con sentido claro, explícito y riguroso.

El mayor mérito de *Hijos de un tiempo perdido*, escrito en colaboración con cuatro discípulas, todos arqueólogos y antropólogos españoles, es su destreza didáctica, que en un lenguaje simple y divulgativo guía al lector por el estrecho razonamiento evolutivo. Acompañado por entrañables ilustraciones de Dionisio Álvarez, esquemas e infografías, la prehistoria del *Homo sapiens*, que sigue reuniendo cientos de miles de piezas dispersas de un rompecabezas que parecía que nunca iba a terminar de armarse tiene por fin una apariencia acabada, hermosa, y absolutamente racional.

¿En qué medida la tecnología forma una parte inseparable de nuestras vidas sin que nos demos cuenta? Y aun cuando nos damos cuenta, cuál es la medida real, la dependencia o la libertad condicional que la tecnología nos concede. Cuál el beneficio, cuál el peligro, cuál la derrota.

Tomás Buch, un químico preocupado por la educación y por los impactos sociales, aborda estas cuestiones con un poder de síntesis y una objetividad dignas de destacar. Quien debe tomar partido, en todo caso, es el lector, que de cada aspecto de la vida en la que la tecnología ha impuesto su presencia, Buch hace una apretada historia mencionando sólo los hitos, los porqués, los entonces... hasta llegar a las realidades actuales y enmarcarlas en su justa valoración, destacando las importancias y desmitificando falsas apariencias.

Alimentación, arte, costumbres, demografía, deportes, ecología, educación, energía, industria, justicia, literatura, medicina, trabajo, turismo... la lista es larga. El orden –alfabético– arbitrario, no importa; los artículos son cortos, precisos, autocontenidos. Puede tomarse como un libro de consulta, de referencia, o, simplemente, como un texto ameno y entretenido, que hace posible comprender qué es y qué no es esa parafernalia tecnológica que nos rodea.

Tanto se ha dicho y escrito sobre el cambio climático global, sobre el efecto invernadero, sobre el calentamiento del planeta, tan grande es la ignorancia y la confusión, que hacía falta un libro que pusiera las cosas blanco sobre negro y los puntos sobre las íes. Y Barros lo hizo.

En este texto preciso, económico, justo, al que no le sobra una palabra ni le falta un dato relevante, el lector podrá sacarse, finalmente, todas las dudas que sobre el calentamiento global le han despertado los caóticos comentarios que escuchó los últimos 10 años.

El tema no es, ni por asomo, tan sencillo como uno pensaba y resulta fácil explicarse por qué la confusión era tan grande. Pero *El Cambio Climático Global*, presenta un ordenamiento prolijo y didáctico que el lector con un poco de paciencia y sin muchos conocimientos previos podrá seguir con placer.

El sistema climático, las causas de variabilidad, los cambios en las distintas escalas de tiempo, su historia, la época industrial y hasta los intereses políticos y económicos fueron abordados con rigurosidad.

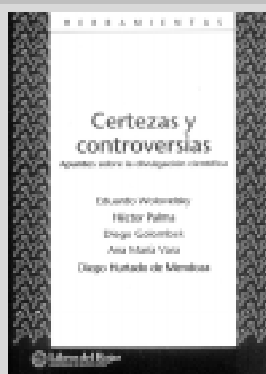
Asiduamente los textos sobre cambio climático son apocalípticos o esperanzados. El de Vicente Barros no es ni una cosa ni otra, sino simplemente objetivo, crudamente científico.

Certezas y controversias Apuntes sobre la divulgación científica

Autores varios

Buenos Aires, 2004

Libros del Rojas, UBA, 106 páginas.



Si bien en el prólogo se afirma que el libro “no intenta construir ninguna síntesis”, cada uno de sus cuatro capítulos realiza un interesante aporte para el debate.

En el primero, Eduardo Wolovelsky plantea una única certeza: será imposible construir una sociedad más igualitaria de espaldas al conocimiento y la racionalidad de la ciencia. Por ello, es indispensable que el público tenga acceso a ese saber. No obstante, para el autor, ese acceso es difícil de lograr. Y propone un debate público acerca del significado de la ciencia en nuestra cultura.

Héctor Palma intenta un nuevo argumento contra el concepto (cuestionado en los 80 y ya descartado) de divulgación científica como traducción. El autor describe esta actividad como un discurso sobre la ciencia. Pero no explica cuál es la relación de la DC con la enseñanza formal, y qué papel le cabe a esta última a fin de generar una actitud crítica en el lector.

Por su parte, Diego Golombek, desde su experiencia personal, apuesta a “compartir” con el público su fascinación por la ciencia, “eso que nos pasa todos los días cuando estamos ocupados en otra cosa”.

Diego Hurtado de Mendoza y Ana María Vara encaran el problema desde un costado novedoso: en los países en desarrollo, la ciencia tiene rasgos peculiares que influyen en cómo se comunica al público.

Colección Ciencia que ladra...

Exito en las librerías



¿Quién dijo que la ciencia no puede ser un éxito editorial? La colección “Ciencia que ladra...” dirigida por Diego Golombek y editada por la Universidad Nacional de Quilmes y Siglo XXI, sigue creciendo y ya alcanza los doce títulos demostrando que pensar que la ciencia es aburrida es la más zonza falacia. Cuatro números nuevos se suman a los anteriores que no dejan de venderse: *La matemática como una de las bellas artes*, de Pablo Amster; *Cielito lindo, astronomía a simple vista*, de Elsa Rosenvasser Feher; *El mejor amigo de la ciencia*, *Historias con perros y científicos*, de Martín De Ambrosio; y *El mar; Hizo falta tanta agua para disolver tanta sal*, de Javier Calcagno y Gustavo Lovrich.

Doctor en matemática y profesor de Exactas, Amster compone un libro delicioso en el que no es necesario saber qué cuerno es un logaritmo, pero sí poder disfrutar de la poesía. Cualquier lector que cumpla esa condición quedará atrapado sin darse cuenta en el mundo de la matemática, de golpe, una curiosa integrante del selecto grupo de las bellas artes.

Rosenvasser Feher, doctora en física de la Universidad de California, nos propone redescubrir el cielo sin instrumentos, sólo mirando con los ojos y sacando sencillas conclusiones con el razonamiento. De paso nos cuenta cómo lo vieron, y qué pensaron los pioneros en el descubri-

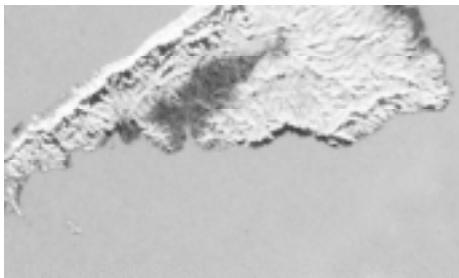
miento del Universo. Al instante el círculo se cierra.

De Ambrosio es divulgador científico y su libro lo dedica a las historias de los perros famosos hasta enormes jaurías ignoradas estuvieron, y siguen estando, relacionados con la ciencia. El producto es un libro divertido y aleccionador, con buena información y con pocas pulgas.

Calcagno, docente de Exactas y Lovrich, investigador del CADIC (de Ushuaia), ambos doctores en biología, nos proponen un cruce científico para descubrir el mar. ¿De dónde viene tanta agua, y quién le puso la sal? A partir de una mirada oceanográfica, pasando por la concepción biológica, recalando en la bahía del *gourmet*, costando las vueltas de la historia, estos dos marineros de mirada profunda y abarcativa abren un nuevo panorama entre el lector y el horizonte.

Sin repetirse y sin soplar, la colección Ciencia que ladra... nos sigue regalando el placer de descubrir el Universo desde el abordaje científico que no por riguroso es menos ameno y divertido que el más atrapante relato. Es un gusto verla crecer.

Cooperación entre Argentina y Brasil



En el marco de la reunión Ciencia Tecnología y Sociedad, realizada en noviembre de 2004 y organizada por la Asociación Ar-

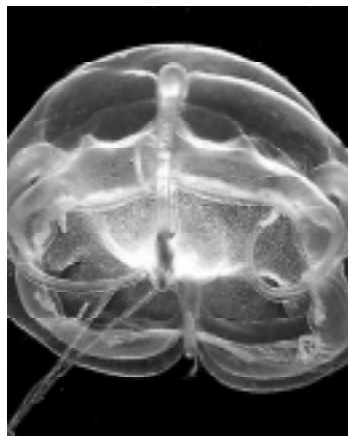
gentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC) y la Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), los ministros de ciencia y tecnología de la Argentina y Brasil firmaron un acuerdo de cooperación científica y tecnológica que intenta facilitar el intercambio y promover la integración.

Además, en esta reunión, se aprobó proponer a las autoridades argentinas y brasileñas la creación del Centro Binacional de Nanociencia y Nanotecnología utilizando el modelo del Centro Argentino-Brasileño de Biotecnología (Cabbio) que lleva varios años de funcionamiento exitoso. Este centro binacional actuaría como un ente de coordinación para integrar grupos de investigación y redes de empresas de la Argentina y Brasil, a través de proyectos definidos. Uno de sus objetivos es la formación de recursos humanos en un área interdisciplinaria entre la física, la química, la biología y la ingeniería.

"Esto va a permitir contar con un presupuesto para la formación de recursos humanos e intercambiar especialistas entre Brasil y Argentina", explica el doctor Ernesto Calvo, profesor del Departamento de Química Inorgánica Analítica y Química Física de la FCEyN, y agrega: "Es lo que hace el Cabbio, que tiene un presupuesto aproximado de 500 mil pesos por año. No es mucho, pero permite movilizar gente entre ambos países".

El centro tendría un comité mixto de científicos de ambos países que, entre otras cosas, podría discutir cada año las acciones que se llevarán a cabo y, de este modo, van a aprobar un determinado número de viajes, cursos, entre otros.

Algo nuevo bajo el sol



Nada menos que trece mil nuevas especies marinas arrojó el reciente informe del Censo de Vida Marina presentado en Estados Unidos. De ese total, unos 178 son peces, y los restantes se dividen entre plantas y otros animales.

Biólogos de todo el mundo colaboran en este trabajo coordinado por una secretaría con sede en el Consorcio de Investigación y Educación Ocea-

nográfica, en la ciudad de Washington. La información que reúnen los científicos de setenta países se vuelca en una base de datos denominada Sistema Oceánico de Información Biogeográfica y su procesamiento permite conocer el mapa de la fauna y flora marinas.

El trabajo, que continuará hasta 2010, acaba de ofrecer un primer informe al mundo, y sorprender por sus hallazgos. Un ejemplo de ellos es un gobio con manchas doradas y rayas rojas, encontrado en las aguas de Guam, que vive en simbiosis con un camarón prendido a su cola. ¿De qué modo conviven? El pez vigila mientras el camarón cava la madriguera donde se refugiarán.

Unas 50 especies es el promedio que los investigadores localizan por semana en el mar. El 95 por ciento vive muy cerca de la superficie y menos del 0,1 lo hace a más de 2.000 metros de profundidad.

Más allá de su lugar en el mundo marino, el tamaño de las especies influye a la hora de ser conocidas para el hombre. "En general, mientras más pequeños son los animales oceánicos, menos los conocemos", señaló Frederick Grassle, presidente del comité científico que dirige el proyecto y director del Instituto de Ciencias Marinas y Costeras de la Universidad Rutgers.

El ritmo de descubrimiento sorprende a los propios especialistas. "Todos los programas de aguas profundas tienen enormes tasas de descubrimiento de especies, mucho más altas de lo que habíamos imaginado", agrega.

NOBEL Y OBSERVATORIO

Estuvo en la Argentina durante noviembre el físico James Cronin, Premio Nobel de 1980. Llegó al país para dirigir una de las reuniones semestrales del proyecto relativo al observatorio astrofísico más grande del mundo, que se está construyendo en Malargüe, Mendoza, y que se encuentra a cargo de un consorcio internacional del que participa nuestro país.

Aprovechando la visita, la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales decidió incorporarlo como



miembro extranjero. La sesión pública en que se realizó el nombramiento tuvo lugar en el Aula Magna del Pabellón I de la Fa-

cultad de Ciencias Exactas y Naturales. En el mismo acto, Cronin disertó sobre el observatorio de Malargüe.

El observatorio Pierre Auger comenzó a desarrollarse hace cerca de diez años y ya cuenta con la colaboración de cientos de especialistas de más de 20 países, con el objetivo de resolver el enigma de los rayos cósmicos ultraenergéticos, unas partículas de las que no se sabe nada más que el pequeño detalle de que son las más energéticas de todo el universo.

UN GOOGLE PARA LOS CIENTÍFICOS

El mes pasado Google lanzó un motor de búsqueda gratuito que sirve para hallar textos académicos en internet. El nuevo buscador clasifica *papers* de manera de facilitar la consulta y encuentra versiones gratuitas para acceder a ellas *on line*.

Google Scholar, tal el nombre de la nueva herramienta, busca sólo artículos de *journals*, tesis, libros, *preprints* y reportes técnicos de cualquier área científica. Para quienes quieran experimentar con este buscador, ya hay disponible *on line* una versión de prueba en <http://scholar.google.com>. Esta herramienta está basada en principios similares a los que utiliza Google para buscar en la web. El buscador clasifica los hallazgos usando algoritmos que analizan la estructura de los links entre las páginas web: las páginas halladas aparecen posicionadas de acuerdo a los links que conducen a ellas. De esta manera, las referencias aparecen ordenadas de acuerdo con su importancia. Google Scholar trabaja del mismo modo, pero utilizando las citas al final de cada paper en lugar de los links. Identifica el formato y contenido de los textos científicos de la web, extrae las referencias y construye un análisis automático de las citas para todos los *papers* hallados. Mucho del material que ya está indexado ha sido puesto a disponibilidad de Google por los propios editores, entre los que se encuentran Nature Publishing Group, la Association for Computing Machinery y el Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Cuando los usuarios hacen un click en uno de los resultados devueltos por Google Scholar, son direccionados al artículo en el sitio de la publicación, en donde los que estén suscriptos podrán acceder al texto completo y los que no, podrán obtener un abstract o información sobre cómo comprar el artículo. Pero, afortunadamente, el buscador también ofrece los links a versiones gratuitas de artículos sobre el tema consultado.

Medalla de oro para nuestros químicos



Durante la primera semana de octubre se llevó a cabo la 9ª Olimpiada Iberoamericana de Química en la ciudad de Castellón, España. El evento contó con la participación de trece países de Iberoamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, España, México, Perú, Portugal, Venezuela y Uruguay.

La delegación argentina regresó de España con cuatro medallas. Una de ellas, de oro. Fue la que obtuvo Ezequiel Barral, de 18 años, de la Escuela Hipólito Yrigoyen, de la Ciudad de Buenos Aires. Junto con otros cuatro competidores de España, Brasil, México y Portugal, alcanzó uno de los cinco puntajes más altos (86,97 puntos sobre 100).

Estas olimpiadas para estudiantes de nivel medio tienen tres niveles: nacional, iberoamericano e internacional. Para participar en las dos últimas, hay que pasar la etapa local, que organiza el Programa Olimpiada Argentina de Química, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA y auspicia el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Además de la medalla de oro, Juan José Polari, de las Escuelas Raggio, y Víctor Oestreicher, de la misma escuela que Ezequiel, obtuvieron dos medallas de plata. Daiana Capdevila, del Colegio Nacional Buenos Aires, ganó una medalla de bronce.

La delegación de estudiantes estuvo a cargo de José Olabe y María Laura Uhrig, ambos investigadores de la FCEyN, y El profesor Rubén Siri, vicerrector del Colegio Nacional de Buenos Aires, fue el observador científico del grupo.

Con estos nuevos logros el programa alcanza 70 medallas y 2 menciones de honor en los 18 eventos internacionales en los que participó.

Buenos Aires pensó

Cerca de 55 mil personas asistieron a Buenos Aires Piensa, el festival que llevaron adelante la Universidad de Buenos Aires y el Gobierno de la Ciudad con el fin de conectar a los vecinos de la Capital con la ciencia y la tecnología. Este fue el lanzamiento de un evento que promete repetirse cada dos años, y se desarrolló entre los días 3 y 14 de noviembre en diversas sedes y con entrada libre y gratuita.

Fue un verdadero megafestival. Las actividades tuvieron lugar en el Centro Cultural General San Martín, en Ciudad Universitaria, el Complejo Teatral Buenos Aires, en El Dorrego, en la Facultad

de Agronomía, la de Veterinaria y en el Planetario Galileo Galilei.

En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, una de las sedes, se montó "El laberinto de Borges", se instaló –en forma definitiva en el patio central de la facultad– un péndulo de Foucault y tuvo su homenaje la revista *EXACTAmente*, de la que se presentó una retrospectiva de sus 10 años de tapas.

Exactas también tuvo una participación importante en el gran espacio de El Dorrego, donde presentó un variado stand de experiencias científicas

Participaron en Buenos Aires Piensa

24 instituciones, más de 200 expositores, se realizaron más de 50 instalaciones, muestras y también se contó con invitados del exterior, entre ellos, el reconocido físico Juan Martín Maldacena, quien cerró el festival dando una charla multitudinaria a la que asistieron más de 600 personas.



Historia de Pi

por Pablo Coll* pecoll@dc.uba.ar
y Gustavo Piñeiro** gbsgep@yahoo.com.ar

La relación entre la longitud de una circunferencia y su diámetro ha sido objeto de estudio desde que hay registro de los trabajos matemáticos. El papiro Rhind, uno de los primeros documentos matemáticos de la historia, escrito en Egipto hace 3.800 años, menciona que un círculo de diámetro 9 es de igual área que un cuadrado de lado 8, lo que nos da un π de 3,1604. Excelente aproximación para comenzar.

UNO. El primer desafío es mejorar la aproximación que da el papiro Rhind usando un círculo y un cuadrado, lo más chicos posible, de lado y diámetro enteros.

La Biblia describe, en el primer libro de los Reyes (7:23), que el Rey Salomón hizo construir un mueble redondo de 10 codos de diámetro y 30 codos de circunferencia, dando a entender que el valor de π es 3 y generando abundantes disquisiciones teológicomatemáticas sobre la ignorancia de Dios.

Arquímedes, parado en hombros de Eudoxo, calculó el valor de π aproximándose a una circunferencia por polígonos regulares desde adentro y desde afuera. Al aumentar el número de lados, los perímetros de los polígonos se acercaba cada vez más al perímetro de la circunferencia. Su aproximación situó a π entre 3,1408 y 3,1428. Fue la primera persona que tuvo conciencia y acotó el error, un paso gigante para la humanidad matemática.

Polígonos de muchos lados

En el siglo VII, Brahmagupta pensaba que podía ser 3,1622; Lui Hui, en el siglo III, usaba un 3072-ágono para calcular π con 6 decimales exactos, y en el siglo XV, en Persia, Jamshid Masuz al-Kashi, duplicando 27 veces los lados de un hexágono, llegó a un 805306368-ágono logrando cal-

cular, en varios años de trabajo, 16 decimales exactos con los métodos de Eudoxo y Arquímedes.

DOS. El segundo desafío es emular al matemático y astrónomo chino Tsu Chung-chih, que en el siglo V calculó π como una fracción de dos números enteros de tres dígitos. Con este cociente logró aproximarse a π con 8 decimales exactos. ¿Cómo fue?

Pasaron casi 2000 años hasta que aparecieron nuevas ideas. Recién cuando Newton y Leibnitz desarrollan el cálculo diferencial e integral, surgieron nuevos acercamientos a π mediante series de potencias.

Quién tiene el π más largo

En 1706, el inglés William Jones fue el primero en utilizar la letra griega para denotar la relación entre la circunferencia y su diámetro, aunque fue el gran Euler quien le dio el espaldarazo definitivo en su obra "Introducción al cálculo infinitesimal".

Ese mismo año, John Machin obtuvo una serie que permitió avanzar más rápido que la descubierta por Leibniz y con la cual se consigue cazar 100 dígitos. Pero, ¿para qué tantos dígitos de π si las aplicaciones más sofisticadas nunca necesitan más que 20 decimales exactos? La respuesta a esta pregunta es comparable a la que dio George Mallory en 1924 cuando le preguntaron ¿por qué quería subir el Everest? Por que está ahí, respondió Mallory, antes de perder su vida cerca de la cumbre. Podríamos estar inclinados a

pensar que la caza de dígitos de π no es tarea tan riesgosa como para que se nos vaya la vida en ello, pero la vida de William Shanks, que a mediados del siglo XIX pasó 20 años calculando 707 decimales de π muestra lo contrario. Se equivocó en el decimal 527 y los últimos cinco años de su vida los perdió haciendo cuentas que estaban mal. Por suerte nunca se enteró, ya que el error no se descubrió hasta mediados del siglo XX, cuando se empezaron a calcular dígitos de π con ayuda de las primeras computadoras digitales.

Recién hace 20 años, Brent y Salamin consiguieron subir un nuevo peldaño al descubrir un algoritmo basado en las medias aritmética y geométrica que en cada paso duplica la cantidad de dígitos calculados. Los últimos avances los han dado los hermanos Borwein, paladines de la matemática experimental, con fórmulas halladas con la ayuda de computadoras.

El hombre récord de nuestros días es Yasumasa Kanada que junto con su equipo de la Universidad de Tokio ha calculado 1.421.000.000.000 dígitos decimales de π . Como en otras ocasiones en la historia de la matemática, el ataque de estas imponentes cimas ha tenido como beneficiosos efectos secundarios el desarrollo y perfeccionamiento de los métodos de cálculo.

TRES. Como último desafío se trata de aproximar con el mínimo error posible a π mediante una fracción de la forma ABCDE/PQRST donde cada letra representa un dígito decimal diferente. ■

Soluciones del número anterior

Todas las afirmaciones son verdaderas. Estas son algunas referencias: 1) La cantidad puede ser también finita, es la paradoja de Banach-Tarski. 2) Funciones no recursivas. 3) Tercer problema de Hilbert. 5) Es un teorema de Topología. 6) Aritmética módulo 7) Es un hecho muy discutido pero cierto. 4) y 8) Teoría de Georg Cantor. 9) Una buena referencia puede hallarse en www.rinconmatematico.com. 10) Fue demostrado por Lagrange.

*Doctor en Computación y docente del Departamento de Computación - FCEyN.

**Licenciado en Matemática - FCEyN.

Libros para todos

Novedades *Euadeba*

Ciencia y tecnología



colección ¿Querés saber?

Libros de ciencia para chicos desde 6 años



Editorial Universitaria de Buenos Aires S.E.M.
Av. Rivadavia 1573 C1033AAF Ciudad de Buenos Aires
Librería central Av. Rivadavia 1571
Sede Ciudad Universitaria Pabellón III, Subsuelo.
Tel. 54 11 4383 8025 rot.
euadeba@euadeba.com.ar